



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de psicología  
Maestría Ciencias de la Educación

**LA CONCEPCION DE CONOCIMIENTO, CIENCIA Y EPISTEMOLOGÍA DEL  
ALUMNO DE LA ESCUELA DE BACHILLERES DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE QUERETARO.**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Maestra en Ciencias de la Educación

**Presenta:**  
María Guadalupe Mosqueira Fierros

**Dirigida por:**  
M. en C. Tomás Vázquez Arellano

**SINODALES**

M. en C. Tomás Vázquez Arellano  
Presidente

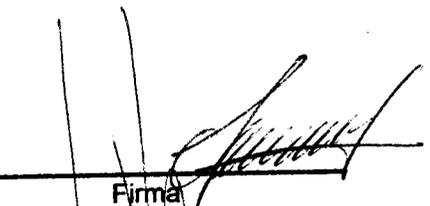
Dr. José Ambrosio Ochoa Olvera  
Secretario

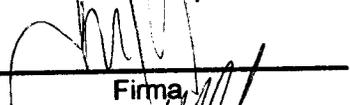
M. en C. Dolores Cabrera Muñoz  
Vocal

Dr. Luis Rodolfo Ibarra Rivas  
Suplente

M. en C. M. Encarnación Ríos Collazo  
Suplente

Mtro. Andrés Velázquez Ortega  
Director de la Facultad

  
Firma

  
Firma

  
Firma

  
Firma

  
Firma

  
Dra. Ma. Guadalupe Bernal Santos  
Directora de Investigación y  
Posgrado

Centro Universitario  
Querétaro, Qro  
Enero del 2 000  
México

No. Adq. H61572

No. Ttulo \_\_\_\_\_

Clas. 373.24

M912c

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## RESUMEN

La problemática refiere a la dificultad que presentan los estudiantes de bachillerato en cambiar la concepción ingenua del movimiento por la debida concepción científica. Los objetivos fueron: a) Estudiar los valores científicos que se transmitieron en la clase de física y explicar cómo el alumno moldea su visión del mundo, su actitud y comportamiento ante ella en el contexto de la clase formal y b) Medir el cambio conceptual. La metodología se sustenta en un trabajo etnográfico y en uno experimental. El primero implicó la observación del discurso relacional expresado en un grupo de la clase de física; así como también, la entrevista abierta y profunda dirigida a los dos profesores (de teoría y de laboratorio) de dicha materia y a 8 estudiantes representativos para indagar sus compromisos epistemológicos. El segundo, a partir de las observaciones se planteó privilegiar, en otro grupo, los interjuegos de lenguaje entre alumnos teniendo como base el conocimiento procedimental científico. Para verificar el grado de cambio conceptual se aplicó un problema de la mecánica de Newton a 88 alumnos de los dos grupos. Las conclusiones fueron que en ambos grupos se observaron y experimentaron prácticas discursivas que expresaron actitudes y valores científicos; sin embargo, no contribuyeron al desarrollo de una comprensión cualitativamente mejor; ya que, dados los resultados que se mostraron con relación al número de alumnos que lograron el cambio conceptual, en el primer grupo hubo un 4 % y en el segundo, contrariamente a lo esperado, sólo un 6 %. Los datos tienen importantes implicaciones para la enseñanza y aprendizaje de conceptos y teorías científicas.

(PALABRAS CLAVE: CONOCIMIENTO, PRÁCTICAS DISCURSIVAS, CIENCIA, CAMBIO CONCEPTUAL)

## **ABSTRACT**

The problem dealt with refers to the difficulty high school students have in changing their naive concept of movement for the proper scientific one. The objectives were the following: a) To study the scientific values transmitted in a physics class and explain how students shape their world view, attitudes and behavior with regard to these values in the context of a formal class, and b) to measure conceptual change. The methodology employed is supported by an ethnographical study and an experimental one. The first included the observation of related discourse expressed by students in the physics class, as well as in-depth open interviews of the two physics teachers (theory and laboratory teachers) and 8 representative students in order to examine their epistemological commitment. The second proposed, through observation of a different group, to give priority to language exchange between students having a knowledge of scientific processes. Eighty-eight students from both groups were given a problem of mechanics from Newton to verify the degree of conceptual change. The conclusions demonstrated that discourse practices which expressed scientific attitudes and values occurred in both groups; nevertheless, these practices did not contribute to the development of a qualitatively better understanding. Results showed that 4% of students in the first group achieved a conceptual change while, contrary to expectations, only 6% of those in the second group achieved this change. These results have important implications in the teaching and learning of scientific concepts and theories.

(KEY WORDS: KNOWLEDGE, DISCOURSE PRACTICES, SCIENCE, CONCEPTUAL CHANGE)

*Dedico un entregado esfuerzo  
a mis hijos Atanasio, Adriana y Ricardo  
por su incondicional amor*

*A Ricardo por su paciente compañía y sabios comentarios*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Especialmente a quienes me formaron en la Maestría en Ciencias de la Educación.*

*Dr. Angel Díaz Barriga Casales, M. en C. Dolores Cabrera Muñoz, Dr. César Carrizales Retamoza, Dr. Juan Carlos Geneyro de Bueno y Dr. Alfredo Furlán Malamud.*

*A mi amiga y compañera Encarnación Ríos Collazo por su especial sensibilidad e insistencia a iniciar esta aventura plagada de grandes sorpresas y gozos.*

*Al M. en C. Tomás Vázquez Arellano, por aceptar y ejercer la dirección de la tesis a través de su crítica siempre oportuna y constructiva.*

*A quienes generosamente me han distinguido con su comprensión, amistad y conocimiento:*

*Carmelita Caltzontzin, Javier Guerrero García, Güillermina Granados Ayala, Luz María Arvizu López, Jesús Hernández Briseño, Javier Villanueva Camacho y Alejandro Nápoles de la Torre*

## INDICE

	Página
RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	ii
DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	v
INDICE.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INTRODUCCION.....	1
1. LA PENETRACION DE LA RACIONALIDAD CIENTIFICA EN LA VIDA COTIDIANA DEL AULA.	
1.1 La ciencia es una formación racional históricamente determinada por prácticas discursivas.....	12
1.2 La constitución del sujeto en el contexto de aprendizaje.....	28
1.3 Estudio de la práctica discursiva científica desarrollada en el aula.....	36
1.4 Discusión y conclusiones.....	74
1.5 Formulación de la hipótesis.....	81
2. EN EL AULA, FINALMENTE ¿SE CAMBIAN LAS COSMOVISIONES INGENUAS POR LAS CIENTIFICAS?	
2.1 El cambio conceptual en el aprendizaje de la ciencia.....	82
2.2 Evaluación de cambio conceptual.....	97
2.3 Discusión y conclusiones.....	112
3. CONCLUSIONES.....	114
LITERATURA CITADA.....	122

APENDICE.....	127
---------------	-----

#### Anexos

1. Registro de las observaciones en el aula de la teoría.....	128
2. Registro de las observaciones en el laboratorio.....	150
3. Entrevistas a los maestros del grupo.....	161
4. Entrevistas a los alumnos.....	166
5. Formato del instrumento de medición de cambio conceptual.....	199

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
I	Esquema de las observaciones de valores, actitudes y comportamientos científicos de alumnos y maestros de acuerdo al análisis y discusión de las observaciones en el aula y en el laboratorio.....	70
II	Esquema conceptual de los maestros.....	71
III	Esquema conceptual de los alumnos.....	72

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Comparación entre dos grupos en relación a la representación esquemática de las fuerzas horizontales que intervienen cuando: a) Inicia el movimiento.....	105
2.	Comaparación entre dos grupos de alumnos en relación a la representación esquemática de las fuerzas horizontales que intervienen cuando el móvil se encuentra: b) A la mitad de su recorrido.....	107
3.	Comparación entre dos grupos de alumnos en relación al tipo de representación esquemática de las fuerzas horizontales que intervienen cuando: c) Cesa el movimiento.....	109
4.	Comparación entre dos grupos de alumnos en relación al tipo de enfoque genuino en la descripción del fenómeno del movimiento articulando el concepto de fuerza.....	111

## **INTRODUCCION**

### **Justificación**

La educación moderna es una práctica social que ha permitido la producción, distribución y apropiación social del conocimiento humano. Estar a la moda en esta tarea ha significado definir estrategias curriculares encaminadas a cambiar lo viejo por lo nuevo.

En este sentido, uno de los objetivos de la enseñanza de la ciencia es presentar nuevos esquemas de comprensión en dirección del cambio de las concepciones ingenuas o del sentido común por las explicaciones emanadas del conocimiento científico, lo cual supone que las nuevas generaciones se incorporen de manera razonable en un mundo de constante transformación.

En consecuencia, dadas las implicaciones sociales que tiene la educación formal, es conveniente revisar cómo y en qué grado los estudiantes logran cambiar su apropiación ontológica y su debida transformación en conocimiento científico, así como el subsecuente desarrollo en el razonamiento y en la acción.

### **Antecedentes**

Existen investigaciones que indican que el cambio de una cosmovisión por otra es un proceso complejo y difícil. Gardner (1993) ha realizado un amplio estudio con relación a los malentendidos en la comprensión de los conceptos científicos disciplinarios, los cuales ha detectado en todos los niveles educativos en casi todas las asignaturas curriculares. Por ejemplo, un alto porcentaje de alumnos egresados de física de nivel superior con altas calificaciones, no han logrado erradicar totalmente sus concepciones ingenuas de la mecánica<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Gardner (1993) afirma "Investigadores de la John Hopkins, del MIT y de otras universidades que gozan de buena consideración han podido demostrar el hecho de que los estudiantes que reciben las calificaciones de honor en los cursos superiores de física son frecuentemente incapaces de resolver problemas y las preguntas básicas que se plantean de un modo un poco diferente en el que han sido

¿Cómo ocurre un cambio de cosmovisión a otra? Filogenéticamente deriva de algunas rupturas importantes en el pensamiento científico; ontogenéticamente, a menudo deriva de la enseñanza formal e informal.

Un caso de cambio de cosmovisión es el giro de una concepción geocéntrica a una heliocéntrica del mundo. La reestructuración copernicana de nuestra imagen del sistema solar, ciertamente, llegó acompañada de un cambio radical en el significado; la imagen de la tierra como centro del universo, fue sustituida por la imagen de la tierra como cuerpo celeste, entre otros muchos.

### ***Problemática***

Una interrogante fundamental, eje de este trabajo, ha sido: ¿A qué se debe que los alumnos presenten la tendencia de conservar las explicaciones no científicas de un fenómeno, a pesar de haberse involucrado con el saber científico pertinente?

En el aula se despliega el saber disciplinario proveniente de la práctica científica, constituida por un corpus de saberes fundamentados en lógicas y formas de producción metodológica del conocimiento a cuya estructura se le atribuye un valor epistemológico en un momento histórico y situación social determinada. El maestro comparte dichos valores epistémicos y los transmite al grupo como códigos simbólicos.

En correspondencia, el alumno deberá ir modificando sus concepciones ingenuas asociadas a ciertos valores, actitudes y comportamientos, que también deberá ir erradicando en función de valores epistémicos y saberes científicos vigentes, de tal

---

formados y examinados. En un ejemplo básico, se pidió a los estudiantes de grados superiores que indicaran las fuerzas que actúan sobre una moneda que ha sido lanzada al aire y ha alcanzado el punto medio de su trayectoria ascendente. La respuesta correcta es que una vez que la moneda está en el aire, solo está presente la fuerza gravitatoria que la atrae hacia la Tierra. Sin embargo, el 70 % de los estudiantes de grado superior que habían terminado el curso de física mecánica dieron la misma respuesta ingenua que los estudiantes no formados: mencionaron dos fuerzas, una hacia abajo que representaba la gravedad y otra ascendente resultante de la fuerza original ascendente de la mano”.

forma que sea capaz de utilizar de manera pertinente, los principios, leyes o teorías disciplinarios a la solución de problemas planteados en diversos contextos y de forma distinta a la experimentada en el aula.

Empero, en la clase no sólo concurren saberes provenientes de la dimensión científica; también tienen presencia aquellos del horizonte de la vida cotidiana. Ambos tienen como condición un haz complejo de relaciones económicas, políticas, normativas, eróticas, técnicas, etc., que determinan el umbral para la formación de un objeto de saber.

El grupo, en tanto que estructura de relaciones sociales, conforma sus propios ambientes, normatividades, intenciones de comportamientos y comportamientos, de tal forma que se constituye en una esfera cultural específica en cuyo seno el aprendizaje ocurre a través de un proceso de asimilación, reinterpretación y construcción de valores y comportamientos que se transmiten de manera cotidiana a los estudiantes en la clase de ciencias.

Por lo que, hipotéticamente se plantea que las dificultades que los estudiantes tienen para cambiar sus concepciones ingenuas por las científicas radican, en parte, en las vías a través de las cuales la institución realiza los valores y las pautas de comportamiento destinados a la asimilación del conocimiento científico. Vías tales como el discurso curricular, el discurso científico, el discurso didáctico. En parte también, en las experiencias individuales y sociales a partir de las cuales el individuo desarrolla su subjetividad y el pertinente comportamiento objetivo; vivencias, por ejemplo, que conforman ciertas creencias ontológicas y epistemológicas que constituyen modelos significativos, convirtiéndose en factores que afectan los cambios en la representación del conocimiento.

En consecuencia, el estudio de los conceptos de conocimiento, ciencia y epistemología que los alumnos han construido a partir de su experiencia formal e informal pueden dar pistas acerca del complejo proceso de cambio de cosmovisión.

El planteamiento teórico se estructura en función de esta pregunta fundamental: ¿Qué significa aprender ciencia en el bachillerato? Cuestión tal, que se limita a dos connotaciones:

1. La penetración de la racionalidad científica en la vida cotidiana del aula y constitutiva del sujeto.
2. En qué medida esa racionalidad científica en su proceso de racionalización a través de la educación formal logra una ruptura conceptual con las creencias consideradas no científicas.

En la primera parte se entiende que una formación racional se estructura a partir de prácticas discursivas provenientes de distintos horizontes; entre ellos, el correspondiente a las elaboraciones científicas, que conforman el conjunto de discursos que producen los esquemas y acervos del saber científico, así como el establecimiento de esquemas valorativos, dispositivos de legalidad y legitimidad intersubjetiva de significación histórica y social determinadas, constituyéndose no como un sistema cerrado, sino como una construcción tendencial.

Otro horizonte lo constituye el de la vida cotidiana a partir de la cual se reproduce el ser social en el seno de un sistema de significados preformados, los cuales son apropiados para dirigir la actividad humana en el sentido del mantenimiento de la rutina, por lo que responden a expectativas utilitarias, pragmáticas y de consumo inmediato.

En el aula se concatenan las prácticas discursivas provenientes de los distintos horizontes incluyendo, además, aquellos que son más específicos; tales como el

religioso, político, económico, etc. Por lo que se debe hacer referencia al sujeto como un sujeto discurso. De esta forma, en la clase, los distintos discursos se entrecruzan no para formar una armónica interacción, más bien, una expresión de conflicto de intereses, ya que, cada horizonte tiene sus propios contenidos, finalidades y tendencias regulativas.

En la clase se manifiesta tal intertextualidad discursiva generando ambientes, actividades, intenciones de comportamientos, normatividades, etc., en una situación dinámica y polivalente; con oscilaciones, ambigüedades e incongruencias; de tal forma que, se crea una cultura única y distinta a la de otro grupo escolar en similares condiciones.

En cada grupo cultural, el sujeto tiene a condición una identidad reconocida (maestro y alumno) que se desenvuelve en el seno de un sistema relacional conformado por tres tipos de relaciones: las de poder, las de comunicación y las objetivas. Relaciones que se conjugan para realizar las actividades que se organizan en la escuela, normatividades, expectativas, aptitudes, destrezas, vigilancia, castigo, recompensa.

Así, el sujeto discurso es una totalidad que concatena los innumerables contextos de una formación racional, en las cuales tienen lugar resistencias, sobredeterminaciones y relaciones de fuerza.

En estas circunstancias, se entiende que el contexto de aprendizaje es una entidad dinámica, única, irrepetible, en constante formación y transformación, de conflicto y resolución individual y social cuya posibilidad de realización radica, fundamentalmente, en el lenguaje como expresión empírica de las prácticas discursivas.

En la primera parte se utilizó como instrumental teórico, algunas ideas de autores tales como, Heller, Chalmers, Foucault, Luhman, Habermas y Cazden.

Por lo que respecta a la segunda connotación del significado de aprender ciencia, se centró la atención en el aprendizaje que sucede en el aula y su pertinencia hacia el cambio conceptual.

Se entiende que la estructura cognoscitiva es un esquema de representación organizada de experiencias previas, es una realidad conceptualizada que se constituye en guía de las interpretaciones, observaciones y comportamientos. El sujeto organiza esa estructura cognoscitiva con relación a su ambiente social y físico merced a una dinámica interna del desarrollo del pensamiento.

El constante enfrentamiento con el mundo le permite al sujeto la adquisición y retención de un cuerpo de significados que es producto de lo que los psicólogos constructivistas llaman aprendizaje significativo.

El lenguaje cumple una función fundamental en el aprendizaje significativo; ya que, se constituye como vehículo de acceso, análisis, codificación y asimilación mental de la realidad física, personal y cultural. El aprendizaje significativo, en este sentido, depende de varios factores constituyentes contextuales, entre ellos: poseer previamente asumidas las propiedades generales referidas a un concepto general para codificar el concepto particular; una experiencia previa; los estilos de representación mental; así como, las condiciones lingüísticas pragmáticas en la presentación de algún concepto.

De tal forma que, cuando se pretenden cambiar los esquemas mentales de representación, habría que considerar que los aprendizajes significativos fueron almacenados y arraigados como conocimiento experiencial de la vida cotidiana, razón por la cual presentan una estabilidad difícil de cambiar.

En esta segunda connotación, Vygotsky, Ausubel, Carey y otros, constituyeron, en parte, el soporte teórico.

### **Objetivo**

En este proyecto se tuvo como objetivo estudiar los valores científicos que se transmiten en el aula de preparatoria en la materia de física y el correspondiente cambio de paradigma, a partir de:

- Conocer las características del proceso de asimilación y generación de valores y pautas de comportamiento científico de grupos de estudiantes de física en el nivel de preparatoria.
- Conocer los significados de ciencia, conocimiento y epistemología de los alumnos que cursan física y apreciar su realización científica.
- Medir el cambio conceptual –mecánica newtoniana vs. Mecánica aristotélica- en los estudiantes.

Lograr estos objetivos tiene dos propósitos básicos, en primer lugar, la obtención del grado de Maestría en Ciencias de la Educación, y en segundo, contribuir a la enseñanza de la física a partir del análisis de las posibles causas, en el renglón de la enseñanza-aprendizaje, que tienen como efecto la conservación de paradigmas considerados como no científicos.

### **Aspectos metodológicos**

El abordaje metodológico fue orientado hacia dos objetivos de estudio diferentes - la interpretación y el rendimiento- que exigieron las técnicas de la etnografía y las de la ciencia experimental; ya que, de acuerdo al proyecto fue necesario complementar ambas formas.

La justificación de la trayectoria metodológica se explica porque el proceso de enseñanza-aprendizaje se realiza de manera cotidiana en las aulas, en los diálogos y comportamientos que sostienen ahí los actores y que deben conducir a ciertos

productos de aprendizaje. Por lo que, dos interrogantes dieron lugar a este trabajo: ¿Cómo es la vida cotidiana en el aula para lograr la enseñanza y aprendizaje de la racionalidad científica? Y ¿en qué medida lo logran?. Dar cuenta de la primera precisó sustentarse en la instrumentación etnográfica; mientras que de la segunda, en el control de variable y en la medición.

En la primera etapa, las técnicas etnográficas utilizadas fueron la observación y la entrevista, que hicieron posible el estudio del lenguaje y de los comportamientos, constituyentes básicos del proceso de enseñanza y aprendizaje.

La relación del discurso didáctico y del discurso científico entre docentes y alumnos, expresan significados y compromisos epistemológicos en la vida cotidiana del aula. El estudio del contexto de esta interrelación hizo factible entender los contenidos y las formas de apropiación y rechazo de valores y comportamientos en el plano de lo verbal y el comportamiento escolar.

La etnografía permitió recoger, comprender y mostrar a partir de una reconstrucción del sentido, la parte material y cultural de las cosmovisiones; que como prácticas discursivas, se negociaron o rechazaron en las aulas cotidianamente.

Los lenguajes y comportamientos fueron observados en su plena realidad, cosas como: la rutina, el trabajo diario, la manera de vestirse, el tono de la conversación, las reacciones emocionales, determinados ritos, las obligaciones. Se infirió a través de las palabras y las acciones de los sujetos cuáles eran sus conceptos, sus creencias, sus principios de acción y organización que se formaron en el contexto de sus relaciones interpersonales. Tal como lo sugirió Malinowski (1993) "La idea primordial es dar un esquema claro y coherente de la estructura social y destacar de entre un cúmulo de hechos irrelevantes, las leyes y normas que todo fenómeno cultural conlleva".

La siguiente etapa, la experimental, consistió en probar que era posible la asimilación de algún aspecto de la mecánica newtoniana –la relación conceptual fuerza y movimiento- que desplazara la concepción ingenua bajo la condición de privilegiar los interjuegos de lenguajes y esquemas procedimentales de carácter científico.

Se aplicó un problema que permitió analizar las representaciones esquemáticas de los alumnos acerca de las fuerzas que actúan sobre un móvil; e identificar, a través de este instrumento, la teoría ingenua, la teoría científica o alguna modificación a éstas, comparando los resultados en dos grupos de estudiantes (el que fue objeto del estudio etnográfico y el que experimentó la condición planteada).

El estudio se realizó en el plantel norte de la Escuela de Bachilleres Salvador Allende de la Universidad Autónoma de Querétaro en dos grupos que cursaban la materia de física I en el quinto semestre, turno matutino, durante 1996 y 1997.

### **Resultados**

Se interpretaron las siguientes pautas de comportamientos y puntos de vista:

- a) En los maestros. Personalidad convincente, imposición de reglas de participación, contradicción de expectativas, metástasis verbal de tipo acelerado, desconocimiento del contexto referencial del alumno, interés centrado en la instrucción, imposición de hipótesis, etc. En función de los conceptos de ciencia, epistemología y conocimiento: repetición aplicada a fenómenos físicos, controlar, reproducir, predecir (de acuerdo a la maestra); la física como ciencia es un método sistemático, validado por una comunidad científica (de acuerdo al maestro). La maestra percibe que sus alumnos no logran formar cualidades científicas; el maestro sostiene que más bien desarrollan habilidades de un currículum oculto.
- b) En los alumnos. Relación asimétrica con el maestro, postura de oposición y de adhesión, rol pasivo-receptivo. Un sentir científico negado en el laboratorio y

posibilitado en la clase de teoría; un compromiso epistemológico orientado a la repetición y a la comprensión.

Los valores, actitudes y comportamientos que se mostraron científicos fueron: interés centrado en la instrucción, discurso científico, imposición de hipótesis, conducta disciplinada, énfasis en ejercicios de aplicación, utilización de textos científicos y utilización de un método.

Con relación a la medición de cambio conceptual no se encontró diferencia significativa en el porcentaje de cambio radical; Sin embargo, al grupo que se le aplicó la condición planteada tuvo mayor capacidad de respuesta, aunque de tipo distorsionada; es decir, sin abandonar su primera teoría.

### ***Límites***

Las interpretaciones realizadas fueron sólo rasgos dibujados de una perspectiva peculiar, fueron selecciones, montajes, omisiones, olvidos, relaciones de causalidad y el resultado final, tiene, en consecuencia, un sello personal de elaboraciones desarrolladas con base a atribuciones de significados preexistentes en la cultura en la que estamos inmersos. Se tuvo la necesidad de hacer cortes en las observaciones pues los tiempos estimados para terminar este trabajo así lo exigieron.

### ***Hallazgos y conclusiones***

De acuerdo a las observaciones y resultados, se expresan algunas reflexiones: Cuando la gente se confronta con un fenómeno, parece que hay un conjunto finito de formas cualitativamente diferentes con las que se les experimenta, conceptualiza, aprende o comprende. De acuerdo con Marton (1990) el aprendizaje disciplinario se experimenta y conceptualiza dentro de un número limitado de formas distintivamente diferentes, aún cuando corresponda a una situación de aprendizaje que, desde un punto de vista "objetivo" es idéntica para todos los alumnos.

Se entiende al mundo de maneras diferentes. Al mismo tiempo, cada quien adquiere su propia forma de verlo, más aún, cada quien asume que los demás ven al mundo como uno lo está viendo. Con frecuencia, los maestros piensan que si los alumnos dicen y hacen cosas equivocadas, todo lo que tienen que hacer es inducirlos a que hagan y digan cosas correctas. Lo que los maestros pierden de vista, es que el razonamiento del alumno es, casi siempre correcto, con relación a su forma de ver las cosas. El problema está en cambiar su comprensión del fenómeno.

Lo importante no es saber que hay tantas formas de entender el mundo como personas hay en él. Con lo que quiere decir que hay un número limitado de formas cualitativamente diferentes. En este contexto, el papel del maestro es asegurar que ocurra la transición de esas formas ingenuas, a las que debe identificar, a la que es correcta en el contexto científico.

## **1. LA PENETRACION DE LA RACIONALIDAD CIENTIFICA EN LA VIDA COTIDIANA DEL AULA**

### **1.1 La ciencia es una formación racional históricamente determinada por prácticas discursivas**

1.1.1 Una formación históricamente determinada significa un entretendido de conjuntos y series de eventos y estados de cosas interactuantes cuyo despliegue constituye una formación histórico-social, como la Antigüedad, la Edad Media o la Modernidad. Una formación histórico-social se distingue de las otras por el surgimiento de ciertas formas de vida.

1.1.1.1 A instancias de un principio de complejidad, una forma de vida es un entramado de diversas dimensiones y configuraciones articuladas por interacciones dinámicas, cambiantes e inestables, acuñando transformaciones de distintas magnitudes que convergen o divergen entre sí. Entre esas dimensiones y configuraciones de una forma de vida se identifican las cosmovisiones como modos de construir la realidad del mundo.

1.1.1.1.1 Sería inviable "ubicar" una estructura de cosmovisiones a una época marcada por coordenadas temporales y espaciales como si fuera un sistema unívoco que se transformara literalmente de un momento histórico a otro. Habría que reconocer que temporalidad implica una noción compleja que involucra sentidos locales y globales. De cualquier forma, se presentan ciertas regularidades que si bien son características de una formación histórico social determinada, no significa que no aparezcan en otra subsecuente, merced a la eficacia desarrollada y reconocida.

1.1.1.1.2 Una cosmovisión como una forma de racionalización es un modo de dar coherencia a lo indeterminado, lo cual hay que nombrarlo, jerarquizarlo, particularizarlo, ordenarlo y darle forma de un modelo o espacio de comprensión de la realidad (en latín realidad 'realitas' significa modo de ir a las cosas).

1.1.1.1.3 Como dice Córdova (1976) en la época premoderna radican modelos dominantes cuyos componentes estructurantes y estructurales están constituidos por la fe, el mito, la creencia<sup>2</sup>. La época moderna, en cambio, se caracteriza por la presencia de otra racionalidad que se despliega en función de la razón, la experimentación y la humanización. La relación razón-fe se invierte, lo premoderno mantiene la razón puesta en la fe, mientras que lo moderno tiene fe en la razón.

1.1.1.2 La modernidad es inaugurada por el desarrollo de la ciencia. El adelanto científico se convierte en un medio para el dominio de la naturaleza. La cosmovisión emergente con las ciencias naturales desplaza las cosmovisiones filosóficas. El dominio de la naturaleza, como proyecto social, es planteado en términos de felicidad terrenal que se opone diametralmente al fin buscado en la Antigüedad; es decir, a la felicidad celestial. La ciencia y la técnica adquieren racionalidad de carácter instrumental destinadas al alivio del cansancio causado por el trabajo.

1.1.1.3 La organización, la eficacia, la diferenciación y representación de una cosmovisión, modelan, acusan y ratifican una concepción del ente. El Renacimiento descubre el ser natural del individuo como una entidad pensante y actuante. Descartes (1997) asegura que lo único que puede demostrar sin lugar a dudas es la capacidad de

---

<sup>2</sup>Anteriormente en la época feudal una cosmovisión del mundo de occidente se fundamentaba en el concepto del diseño divino como causa de una determinada forma de vida, así "... la divinidad había dispuesto a todos los seres integrantes del universo en una jerarquía que no tocaba a los hombres modificar, pues era y había sido siempre asunto exclusivo de la divinidad" (Córdova, 1976).

pensar. Descartes sienta las bases del racionalismo moderno como una crítica a los modelos racionales vigentes en aquel momento procreando con ello a la modernidad (el hombre adquiere conciencia que ha sido él y no Dios quien ha organizado a la sociedad)<sup>3</sup>.

1.1.2 Una formación racional es conformada por prácticas discursivas. La noción de prácticas discursivas designa comportamientos y producciones. Los lenguajes y las acciones son expresiones empíricas de las prácticas discursivas. Toda práctica discursiva es un acontecimiento objetivo-subjetivo. La subjetividad de los sujetos y la objetividad de los objetos ocurren al hilo de las prácticas discursivas

1.1.2.1 Las prácticas discursivas son comportamientos complejos, no se trata de prácticas aisladas, pues ellas se producen en el conjunto de actividades y relaciones sociales. Su sentido es intrínsecamente diverso y multivalente, de causalidad variable y múltiple y sucede en la diversidad de las interacciones simultáneas y sucesivas, por lo que su existencia se debe a la concurrencia. Su contorno es difuso, ya que en su mismo despliegue se expande, se contrae en función del contexto en que emerge. De ahí que sólo cuenta con una vigencia espacial y temporalmente limitada. En este sentido, los enunciados que pertenecen a la física, por ejemplo, parecen referirse todos a ese objeto que se perfila de diferentes maneras en la experiencia social-individual, esos mismos enunciados están lejos de referirse a un solo objeto formado de una vez y para siempre, Foucault (1977) refiere "... la unidad de un discurso está constituida por

---

<sup>3</sup>Descartes (1997) inaugura la reflexión del yo y funda al sujeto. El sujeto toma características de autoconciencia. A partir de la duda metódica como instrumento llega a la única certeza posible "yo pienso, luego soy". La instrumentación de este principio le permite advertir que Dios existe porque es pensado y porque es necesario como concepto para entender la res extensa (objetos corporales) y la res cogitans (el yo pensante). Es la técnica y no Dios lo que valida a los entes en su operación y en su existencia.

la permanencia y la singularidad de un objeto, por el espacio en que diversos objetos se perfilan y continuamente transforman"<sup>4</sup>

1.1.2.2 Las prácticas discursivas son de naturaleza intersubjetiva y se inscriben no en la dicotomía individuo-colectividad. Ya que, por un lado, el individuo se genera en las prácticas discursivas y a través de ellas desarrolla su subjetividad y el pertinente comportamiento objetivo en cada caso. Por otro lado, no son equiparables a la colectividad ya que carecen del poder de abarcar la totalidad de la vida social.

1.1.3 La ciencia se constituye por elaboraciones teóricas que, como cosmovisiones, constituyen un conjunto de discursos que producen los esquemas y los acervos del saber científico, así como el establecimiento de los esquemas valorativos, dispositivos de legalidad y legitimidad intersubjetiva vigente para una formación histórico-social determinada.

1.1.3.1 Un saber es también un espacio en el que el sujeto está situado y es dependiente de una práctica discursiva, ya que es un campo que se define por las posibilidades de utilización y apropiación ofrecidas por el discurso.

1.1.3.2 Cuando en el juego de una formación discursiva, un conjunto de enunciados se recorta, pretende hacer valer unas normas de verificación y de coherencia y ejerce, con respecto del saber, una función dominante (de modelo, de crítica o de verificación), se dirá que la formación discursiva franquea un umbral de epistemologización.

1.1.3.3 Una elaboración teórica es contextual (campo discursivo) en función de un campo disciplinario, de paradigmas, y de conjuntos categoriales, como referencias

---

<sup>4</sup>Foucault (1977) explica que "Un enunciado es un acontecimiento: ligado a la articulación de una palabra, que se abre a una existencia en el campo de la memoria (libros, manuscritos)... está ligado a situaciones que él mismo incita, y según una modalidad totalmente distinta..."

tácitas o manifiestas a un conjunto particular de contexto teórico en la cual pueden subsistir paradigmas de diferente alcance de acuerdo a su eficacia operante, tal es el caso de la vigencia simultánea de la física newtoniana y la física relativista.

1.1.3.4 Un paradigma de acuerdo a Kuhn (1971) "... es un modelo o patrón aceptado. Es un objeto para una mayor articulación y especificación, en condiciones nuevas o más rigurosas". Un paradigma está constituido por supuestos teóricos generales, las leyes y las técnicas para su aplicación adoptados por una comunidad científica. Un paradigma establece recortes en la naturaleza de las soluciones aceptables como los pasos que es preciso dar para obtenerlos.

1.1.3.5 Como elaboración teórica la ciencia participa de una intertextualidad en la cual se identifica la continuación, la modificación o ruptura de ciertas tendencias teóricas. Toda elaboración teórica ejerce potencialmente una función crítica respecto a otras elaboraciones por lo que sus contenidos se amplían o modifican a través de su vigencia cuyo sustento se ve articulado por relaciones polémicas entre las teorías y las interpretaciones a tales teorías, de tal suerte que el despliegue de una elaboración teórica aparece no como un sistema cerrado sino como una construcción tendencial.

1.1.3.5.1 Para Piaget (1979) una ciencia no distribuye sus conocimientos y sus investigaciones en un único plano, sino que abarca diversos niveles de conocimiento que proceden de la conceptualización directa de sus objetos y de una reflexión sobre esa conceptualización que termina por formular la crítica de ésta. En presencia de crisis o contradicciones existe el compromiso científico de reflexionar acerca de las condiciones mismas de la explicación y de formular una crítica de los conceptos utilizados. La crítica de estos dominios conceptuales constituye una epistemología interior o análisis de los fundamentos. Otro plano lo constituye la epistemología derivada que plantea las relaciones entre el sujeto y el objeto de la ciencia considerada. No hay fronteras fijas entre los dos dominios.

1.1.3.5.1.1 Una función crítica de una elaboración teórica se basa en el principio epistemológico de la conmensurabilidad. Para Rorty (1983) las aportaciones de un discurso determinado son conmensurables, en tanto que, mantienen la posibilidad de someterse a un conjunto de reglas (que rigen la construcción de un sistema ideal) para llegar a un acuerdo con otros individuos<sup>5</sup>.

1.1.3.5.1.2 El inductivismo, el falsacionismo, las teorías como estructuras, el realismo, el realismo no representativo, son algunas de las corrientes filosóficas que han ejercido una función crítica (en la dimensión de los supuestos teóricos, los métodos, sus límites y su validez).

1.1.3.5.1.2.1 Como señala Chalmers (1987) los puntos centrales de estos modelos epistemológicos serían:

a) Para el inductivismo:

- Las teorías científicas se derivan de los hechos de la experiencia adquiridos mediante observación y experimentación.
- La ciencia es objetiva porque el conocimiento científico es objetivamente probado. Se descartan elementos subjetivos.
- La ciencia se basa en un principio de inducción<sup>6</sup>.

b) Para el falsacionismo:

- Admite que la observación es guiada por la teoría.

---

<sup>5</sup>Rorty (1983) considera que desde la Ilustración, desde Kant, las ciencias físicas se han considerado como el paradigma de conocimiento, con el que había de compararse el resto de la cultura.

<sup>6</sup>Según esta corriente filosófica la ciencia se basa en un principio de inducción, es decir:

Si en una amplia variedad de condiciones se observa una gran cantidad de datos, y si todos los A observados poseen sin excepción la propiedad B, entonces todos los A tienen la propiedad B.

Para el inductivista el método científico inicia con la observación, siguiendo con el análisis, la comparación y clasificación de los hechos para llegar a generalizaciones que den lugar al proceso de deducción. Sobre este punto, contrariamente a lo señalado, debe ser la teoría la que guía la observación y la experimentación; así, los registros observacionales obedecen a los significados de alguna teoría.

- Las hipótesis se establecen a modo de ensayo con el propósito de describir o explicar de un modo preciso el comportamiento de algún aspecto del mundo físico. Deben ser falsables.
- Niega que las teorías se puedan establecer como verdaderas a la luz de la evidencia observacional.
- Las teorías especulativas han de ser comprobadas por la observación y la experimentación.
- El punto de partida de la investigación son los problemas.
- La aceptabilidad de un enunciado es función de que sobreviva a las pruebas<sup>7</sup>.

c) Para las teorías como estructuras:

- Las teorías son estructuras. Los conceptos adquieren significado preciso mediante teorías coherentemente estructuradas.
- Deben ofrecer un programa de investigación<sup>8</sup>.
- Las hipótesis teóricas generales toman la forma de núcleo central que está protegido de la falsación mediante un cinturón protector de hipótesis auxiliares, condiciones iniciales, enunciados observacionales<sup>9</sup>.

---

<sup>7</sup>Para el falsacionista por ejemplo, la física aristotélica fue falsada por las conjeturas de Galileo y Newton porque esta última explicaba la relación matemática entre la velocidad de caída de un cuerpo y el tiempo en que ocurría la caída. Aunque las situaciones reales de prueba recurren a algo más que los enunciados que constituyen la teoría sometida a prueba, incluyen supuestos auxiliares, tales como las leyes y teorías que rigen el uso de cualquiera de los instrumentos utilizados, así como, las condiciones iniciales (la descripción del marco experimental). Si la predicción resulta falsa, se puede concluir que alguna de las premisas sea falsa. Puede ser la teoría la que falle o alguno de los supuestos auxiliares o alguna parte de las condiciones iniciales. La teoría copernicana tuvo éxito por los descubrimientos hechos a través del telescopio por Galileo.

<sup>8</sup>Esto es, que deben contener prescripciones e indicaciones muy claras con respecto a como se deben desarrollar y ampliar. Un programa de investigación lakatosiano es una estructura que sirve de guía a la futura investigación.

<sup>9</sup>El núcleo central de la física newtoniana está compuesto por las leyes del movimiento y su ley de atracción gravitatoria. El núcleo central del programa de investigación copernicano necesitaba ser aumentado añadiendo numerosos epiciclos a las órbitas planetarias inicialmente circulares, de esa manera se protegía el núcleo central, cambiando la teoría subyacente al lenguaje de observación de

- La ciencia normal es la estructuración de un paradigma dentro de una comunidad científica.

- La ciencia es una práctica social.

d) Para el realismo:

- El mundo existe independientemente de nosotros como conocedores y es independiente de nuestros supuestos teóricos.

- Aspira a la verdad a través de la teoría que describa correctamente algún aspecto del mundo físico.

e) Para el realismo no representativo:

- Se juzga a las teorías con base al grado en que abordan con éxito algún aspecto del mundo, pero no se les puede juzgar como el grado en que describen al mundo tal como realmente es.

- Las construcciones teóricas están destinadas a darnos control instrumental del mundo observable. No serán juzgadas por su verdad o su falsedad, sino por su utilidad como instrumentos.

- Las teorías son procesos sociales sujetos a un cambio radical. El mundo físico no es producto social<sup>10</sup>.

1.1.3.5.1.3 Los planteamientos epistemológicos descritos justifican:

- La constitución de una determinada relación entre el sujeto y el objeto.

- Los cambios de una teoría científica.

---

modo que, por ejemplo, los datos telescópicos reemplazaran a las observaciones realizadas a simple vista.

<sup>10</sup>Lo que Chalmers (1987) puntualiza con relación a un mundo físico independiente del impacto social podría objetarse a partir de observar el abuso hecho a la naturaleza con el adelanto científico y tecnológico.

1.1.3.5.1.3.1 En términos generales el hombre tiene dos formas de adquirir conocimiento: pensar y observar. Al respecto, existen tres modelos teóricos:

- El que privilegia el pensar sobre el observar<sup>11</sup>.
- El que acentúa el énfasis del observar sobre el pensar<sup>12</sup>.
- El que de acuerdo a Piaget (1979) considera la interacción de observar y pensar sin énfasis en ninguno de los dos<sup>13</sup>.

1.1.3.5.1.3.2 Kuhn (1971) atribuye un carácter revolucionario al progreso de la ciencia, en la que una revolución supone el abandono de una estructura teórica y su reemplazo por otra, incompatible con la anterior<sup>14</sup>. El juicio de los méritos de un paradigma depende para el científico de: simplicidad; conexión con alguna necesidad social urgente; la capacidad de resolver algún tipo de teoría<sup>15</sup>; de la rivalidad de paradigmas y

---

<sup>11</sup>Por ejemplo, si se pretende justificar un enunciado, habrá que hacerlo recurriendo a otros enunciados que constituyan la evidencia de aquel. Así, si se pretende justificar la primera ley de Kepler, según la cual los planetas se mueven en elipses alrededor del sol, se recurrirá a las leyes de Newton, sólo que este proceder da lugar al problema de cómo justificar los enunciados que constituyan la evidencia de aquél.

<sup>12</sup>Se afirma que la experiencia sensorial es la única fuente confiable de conocimiento. El objetivista declara que el conocimiento es independiente de las actitudes, creencias u otros estados subjetivos.

<sup>13</sup>Piaget (1979) señala a favor de esta postura epistemológica que el dominio conceptual de la física es una asimilación progresiva hacia la lógica matemática, de tal manera que, las formas elementales de comprobación se van transformando hasta incorporarse a teorías más elaboradas. En todo caso, el conocimiento expresa, no las propiedades del objeto, sino las condiciones de la acción (en el sujeto) que recae sobre el objeto y de las coordinaciones de las acciones entre ellas. El objeto se modifica de acuerdo a las escalas de observación tan diferentes entre sí, que las relaciones, modelos o estructuras adecuadas a una escala no lo están ya en otra. La lectura del hecho sólo es posible por las acciones y operaciones del sujeto, que también varían de una escala a otra o de una a otra etapa de elaboración de esquemas asimiladores.

<sup>14</sup>El orden en que progresa la ciencia según Kuhn (1971) sería el siguiente: preciencia-ciencia normal-crisis-revolución-nueva ciencia normal-nueva crisis. El período de preciencia es caracterizado por una desorganización conducente a una estructuración dirigida a formar un paradigma dentro de una comunidad científica. Así que, los científicos traban conocimiento con un paradigma a través de su formación científica, de tal forma que aprende los métodos, las técnicas y las normas del paradigma resolviendo problemas bajo supervisión de algún investigador.

<sup>15</sup>La teoría de Copérnico se gesta ante la urgencia de reformar el calendario.

la resistencia a dejarse vencer por las premisas de los contrarios<sup>16</sup>; depende de las oportunidades objetivas, dadas una teoría y su práctica en alguna fase de su desarrollo podrán presentarse oportunidades de construcciones teóricas (Chalmers, 1987). Sin embargo, parece ser que no hay una demostración lógica convincente basada en la observación y experimentación, ni de la falsación, sino hasta que se forme un nuevo sistema teórico que supone el trabajo de muchos científicos y durante un lapso de tiempo considerable.

1.1.3.6 La verdad constituye una instancia al interior de un paradigma, su significado se decide por los criterios epistemológicos lógicos y lenguajes que le son atribuibles. Al nivel interpretativo la verdad resulta ser un atributo regulativo. En la física moderna la verdad se define a partir de un campo de probabilidad lo que en la mecánica clásica hubiera significado un defecto.

1.1.4 En tanto que campo discursivo, las cosmovisiones científicas aparecen como componentes y expresiones particulares dentro de una totalidad de prácticas discursivas. Un contexto discursivo conformado por diferentes clases de contenidos, rendimientos y finalidades presenta una composición heterogénea cuya estructura siempre en formación implica funciones y conjuntos diferenciados entre los cuales se establecen relaciones de interdependencia desigual y de subordinación y de límites difusos. Otras dimensiones que concurren en el contexto discursivo, aparte de las elaboraciones teóricas, son las prácticas cotidianas y las prácticas de carácter especializado.

1.1.4.1 La cotidianidad como nivel de composición de una formación racional es equivalente a un conglomerado de contextos, de tal magnitud y diversidad como lo demande una entidad social. Las prácticas discursivas de la cotidianidad se manifiestan

---

<sup>16</sup>Tal como se aprecia en los partidarios de la teoría tolemaica con premisas tan convincentes como las premisas de la teoría copernicana.

como contextos estables en los que se establecen ciertas regularidades de la vida diaria de los individuos sin que ello signifique un estado de prácticas discursivas rígidas y permanentes.

1.1.4.1.1 Una regularidad sufre sustituciones, adaptaciones y desplazamientos, de modo que de un lapso histórico a otro se sustituyen o transforman en otra regularidad.

1.1.4.1.2 En un lapso histórico dado, la vida cotidiana se manifiesta como la reproducción del ser individual y social "La vida cotidiana es el conjunto de actividades que caracterizan la reproducción de los hombres particulares, los cuales, a su vez, crean la posibilidad de la reproducción social" (Heller, 1991).

1.1.4.1.3 Como regularidades a que dan lugar las prácticas discursivas de la cotidianidad, se tienen: la inercia, el pragmatismo, la hipergeneralización, el utilitarismo, la espontaneidad, la intuición.

1.1.4.1.3.1 Por inercia se entiende a las prácticas no premeditadas ni enteramente conscientes que se insertan en entramados discursivos heterogéneos constituídos por fragmentos de juegos de lenguaje y esquemas de sentido procedentes de múltiples contextos históricamente recientes y remotos, que se mezclan y asimilan en diversos grados siempre y cuando resulten eficientemente pragmáticos para el mantenimiento de las rutinas que integran la vida diaria de los individuos. El pensamiento cotidiano es el encargado de resolver problemas cotidianos, de ahí su carácter pragmático. El saber se emplea para encontrar un puesto en el mundo dado, "... por lo que el saber cotidiano es una totalidad ordenada en un esquema conceptual-lingüístico unitario y, por el contrario, heterogénea, en el plano del contenido de conocimientos necesarios para la conducta de la vida cotidiana de una determinada época" (Heller, 1991).

1.1.4.1.3.2 El hábito, la costumbre y la norma son elementos tendenciales y pragmáticos a través de los cuales el hombre en su vida cotidiana expresa una apropiación económica de significados sin cuestionar el porqué de su manifestación, de tal forma que valora una situación de manera probabilística sin llegar a hacer un cálculo bajo un esquema de exactitud científico. Es común que en la práctica cotidiana el individuo emita juicios sobre alguna situación procediendo a subsumir por algún tipo de analogía y valora sin someterlos a discusión o verificación reflexiva, es decir, hipergeneraliza.

1.1.4.1.3.3 Debido al carácter inercial y rutinario, la mayor parte de las prácticas cotidianas responden explícita o implícitamente a expectativas utilitarias o de consumo inmediato, el uso de los objetos, los modos de comportamiento, la satisfacción de necesidades y deseos instaurados en el contexto.

1.1.4.1.3.4 La espontaneidad es otro rasgo de una práctica discursiva. El hombre al nacer se encuentra con un sistema de significados preformados, los cuales se los apropia para dirigir sus actividades en la vida diaria. La apropiación de significados tiene lugar a través de un continuo e irregular proceso de adaptación de prácticas discursivas en el marco de contextos empíricamente dados. La espontaneidad resulta de una acción de adaptación (por imitación, por el ejercicio prolongado y mecanizado), que no requiere pasar por el proceso de generalización para responder a una situación concreta (como el uso de una silla).

1.1.4.1.3.5 La intuición como manifestación espontánea de las experiencias acumuladas en la acción y el pensamiento, es otro rasgo estructural de las prácticas discursivas de la cotidianidad y se presenta como la capacidad de responder a una situación nueva o problemática. Al reconocer un problema, se reflexiona sobre su situación, se elabora una nueva experiencia, se recuerda alguna situación pertinente.

La intuición es un rasgo importante localizado en el despliegue del pensamiento creativo (Heller, 1991).

1.1.4.1.4 Para Bachelard (1984) las regularidades de las prácticas cotidianas constituyen lo que él denomina "obstáculos epistemológicos" planteados como un problema en la formación de un "espíritu científico", "Hay que plantear el problema del conocimiento científico en términos de obstáculos. Es en el acto mismo de conocer, donde aparecen por una necesidad funcional, los entorpecimientos y confusiones". Las causas de inercia que identifica son: la experiencia básica, la opinión, la doctrina de lo general, instinto conservativo, utilitarismo y explica que "... para el espíritu científico, todo fenómeno es un momento del pensamiento teórico, un estadio en el pensamiento discursivo, un resultado preparado. Es más producido que inducido"<sup>17</sup>.

1.1.4.1.5 A partir de un sistema primario de referencia de prácticas discursivas el individuo organiza su experiencia guiado por modelos que predeterminan las nuevas experiencias y que de manera más frecuente frenan el proceso de cambio, el surgimiento de nuevas formas de pensamiento y de experiencias, aún cuando las necesidades y los nuevos usos cambien el sistema de objetivación. Con todo, reviste un margen de resistencia y de retroalimentación dinámica que le impide fungir como mero reflejo o efecto residual de otras instancias u horizontes discursivos.

1.1.4.1.6 El contenido del saber de las prácticas discursivas de la cotidianidad es el requerido para realizar la vida diaria. Este tipo de saber es distinto según se trate de un

---

<sup>17</sup>Lo que Bachelard (1984) explica es que los obstáculos que el científico debe superar son precisamente las regularidades de las prácticas discursivas cotidianas, la opinión designa a los objetos por su utilidad y al hacerlo se prohíbe conocerlos; el instinto conservativo y su resistencia frente al instinto formativo (el espíritu prefiere las certezas y no las contradicciones); la experiencia básica compromete al hombre a través de los sentidos; una experiencia para ser verdaderamente racionalizada debe insertarse en un juego de razones múltiples, variando las condiciones, reclamando la precisión, la distinción, con un pensamiento dinámico que se aleje de las certidumbres; las hipergeneralizaciones constituyen otro obstáculo que debe ser superado.

contexto histórico social, que debe ser distinto de acuerdo a la época, sociedad o estrato social de que se trate. El ritmo de cambio del saber cotidiano es diferencial de acuerdo al grado de adaptación realizado a través de las prácticas discursivas. La totalidad del conocimiento necesario para el funcionamiento de la vida diaria en un período determinado puede no ser poseída por un sujeto, y la posibilidad de que todos posean la totalidad de conocimientos se relaciona de manera inversa al desarrollo de la división del trabajo. Los roles desempeñados implican conocimientos y capacidades específicas (el uso de fax, por ejemplo, está limitado a un sector de la población).

1.1.4.1.7 Existen rasgos diferenciales entre una práctica discursiva de elaboración científica y una práctica discursiva de la cotidianidad merced a las situaciones, dispositivos prácticos y juegos de lenguaje de cada horizonte discursivo. Las diferencias entre ambos horizontes discursivos se manifiestan según los grados de racionalización, los códigos conceptuales y los tipos de teoría. La formación de un objeto de saber en cada horizonte discursivo tiene como condición un haz complejo de relaciones (económicas, sociales, normativas, técnicas, etc.) que determinan sus propios umbrales.

1.1.4.1.7.1 El saber cotidiano se entreteje con el conocimiento científico, pero no con el saber (y el hacer) científico como tal. Cada horizonte discursivo tiene sus propios ambientes, instancias, normatividades, intenciones y no son equivalentes. El saber cotidiano con su carácter pragmático, se entrecruza con fragmentos discursivos científicos aislado de su medio relativamente homogéneo y operan como informaciones heterogéneas que desfeticizan la vida cotidiana al cambiar la imagen del mundo, que desplazan supersticiones por tesis científicas, que guían la conducta a partir de la aplicación de la técnica (Heller, 1991). Sólo que el uso de los objetos o conceptos científicos no implica el cuestionamiento de su génesis, ni su demostración y la evidencia es cuestión de fe (la fe es certeza del conocimiento y no su construcción). El

contenido del saber cotidiano se extiende con conocimientos científicos pero no cumple con los dispositivos de validez científica.

1.1.4.1.7.2 Lo verdadero tiene connotaciones distintas para cada horizonte discursivo. Para el pensamiento cotidiano es verdadero aquello que es suficiente para moverse adecuadamente en algún ambiente social, su contexto le corresponde a las opiniones y experiencias primarias. La verdad científica, es tal cuando se cumplen las condiciones de refutación, de explicación causal, de demostración "Una verdad cotidiana es siempre doxa (opinión), aunque se muestre constantemente verdadera, mientras que la verdad científica es episteme, aunque a la mañana siguiente sea sustituida por una verdad de un nivel más elevado" (Heller, 1991).

1.1.4.1.7.3 En el ámbito epistémico, los hechos se analizan problematizándolos merced a una disciplina científica, a una teoría científica, a un paradigma. Los hechos se universalizan a través de la teoría. En cambio, en el plano cotidiano, los hechos se refutan sólo al nivel de la experiencia cotidiana. Los hechos del plano cotidiano sólo pueden ser referidos a una situación concreta.

1.1.4.2 El tercer nivel concurrente en una formación racional lo constituyen las prácticas especializadas y conforman el conjunto de procesos, comportamientos, dispositivos, instituciones y funciones diferenciales que intervienen en la producción y reproducción de la vida social (procesos económicos, culturales, políticos, administrativos, etc.).

1.1.4.2.1 Las prácticas especializadas son operativas en función de criterios, supuestos y fines explícitamente estipulados, susceptibles de proceso de selección y evaluación conforme a las esferas y modalidades de competencia en cada caso. Es lo que Max Weber (1973) define como "racionalidad" que se expresa y desarrolla a través de un proceso de "racionalización". La racionalidad refiere a los tipos ideales como la identificación racional del comportamiento humano. Los tipos ideales son constructos

metodológicos para conocer e identificar los comportamientos. Una conducta que se adecua al tipo ideal es una conducta racional y lo que se desvíe de este modelo es una conducta irracional. La racionalidad está en las ciencias, lo que está fuera de ellas constituye el ámbito de la irracionalidad, de lo que se admite que la vida humana está conformada por dos campos: racional e irracional.

1.1.4.2.1.1 Las ciencias en la modernidad poseen un carácter instrumental, estratégico para lograr un fin. Si bien las estrategias para conseguir un fin son racionales, los fines en sí mismos son irracionales. El objetivo de la modernidad está inspirado en el valor de la felicidad basada en nuestra entrega al ocio (el ocio es cuestión volitiva, instintiva, espontánea).

1.1.4.2.1.2 El sentido de la racionalidad se elabora a partir de la pregunta ¿qué queremos? A partir de lo cual nuestra vida se organiza para lograr el fin deseado. Tal organización implica elaborar una serie de pasos, aspecto técnico que configura un plan. En la escuela se expresa por los objetivos y el planteamiento curricular. Así como la ciencia, la escuela adquiere sentido a través de los productos.

1.1.4.2.2 La interacción de los subsistemas de las prácticas especializadas no implica sólo efectos de convergencia y de acoplamiento recíproco, sino también estados de tensión y conflicto, así como mecanismos de exclusión y márgenes de saturación. La totalidad de estos subsistemas está lejos de ser una entidad armónica ya que supone conflicto de intereses.

## **1.2 La constitución del sujeto en el contexto de aprendizaje**

1.2.1 El sujeto es un sujeto discurso como efecto de prácticas discursivas.

1.2.1.1 El sujeto discurso es una entidad producida históricamente en el seno de una formación social dada. El sujeto se constituye como tal, en el despliegue de las prácticas discursivas que emanan de las instancias ejecutoras (familia, religión, educación, etc.) de acuerdo a los requerimientos emitidos por una estructura social determinada. Las instancias ejecutoras constituyen la posibilidad de resolución o de reproducción de un estado de cosas dado.

1.2.1.2 Foucault (1988) explica la constitución del sujeto a partir de tres tipos de relaciones: las de comunicación, las de poder y las objetivas. En todo contexto se configura una concurrencia de estas relaciones cuyos elementos verifican una determinada distribución de funciones con rendimientos de distinto grado de acuerdo a las opciones de respuesta del sujeto.

1.2.1.2.1 En un contexto escolar se forman bloques (como modelos únicos y específicos) de estas relaciones constituyentes del sujeto. Las habilidades, la comunicación y el poder conforman sistemas regulados y concertados: las actividades que en la escuela se organizan, la normatividad interna regulativa de la vida escolar, los roles desempeñados, la disposición de los espacios, las expectativas, las aptitudes, el aprendizaje y comportamientos por adquirir. Este sistema relacional se desarrolla merced a todo un conjunto de comunicaciones reguladas tales como las preguntas y respuestas, los signos codificados de obediencia, las marcas diferenciales del "valor" de cada persona y los niveles de conocimiento. La regulación (como condición de la eficacia del contexto escolar) ocurre a partir de toda una serie de procedimientos de

poder tales como el encierro, la vigilancia, las recompensas, los castigos, las jerarquías (Foucault, 1988).

1.2.1.2.1.1 Las estrategias para lograr los objetivos educativos se despliegan como procesos controlados de carácter racional y económico a partir de las disciplinas (subsistemas de un plan curricular).

1.2.1.2.2 La interacción entre dos o más sujetos establece una relación de poder conformadora de la identidad de los sujetos. El "yo soy" no es una entidad estática y permanente, sino variable en función de los contextos, de las situaciones en que se relacionen con "el otro". La identidad debe ser reconocida por el otro a partir de los roles desempeñados por el sujeto (como los que se manifiestan en las relaciones padre-hijo, maestro-alumno, esposo-esposa).

1.2.1.2.3 La viabilidad de una relación de poder implica reconocerse como un sujeto de acción que se abra frente a una relación de poder con todo un campo de respuestas, reacciones, elecciones, selecciones, aceptaciones, rechazos, negociaciones. Para Luhman (1995) "... el poder ha de ser entendido como una comunicación dirigida por un código consistente en la movilización simultánea de los dos elementos de la relación y en la capacidad de elección de comportamientos.

1.2.1.2.3.1 Los medios de comunicación desarrollan códigos simbólicamente generalizados para la orientación compartida. En el código simbólico, el símbolo representativo señala un objeto o un estado de cosas y es el sujeto quien designa su significación. La conciencia del sujeto se hace objetiva a través de la representación simbólica y de la experiencia que tiene de sí el sujeto (Habermas, 1982).

1.2.1.2.3.2 En el contexto del aula, el proceso de selección supone selecciones de un alter a un ego (el Ego es el subordinado al poder de Alter) y lo contrario, en tanto que

preservan selectividad. Así, un modo de selección del alumno supone simultáneamente una estructura de incentivo para el maestro. El poder se presenta cuando se es capaz de influenciar la selección de acciones u omisiones frente a otras posibilidades.

1.2.1.2.3.3 Para Luhman (1985) la selección de Alter es motivacionalmente diferente de la de Ego, dado que ambas plantean problemas distintos. Alter puede neutralizar la voluntad de Ego, o bien, su selección puede presentar alternativas atractivas de acción para Ego. El poder se limita o reduce cuando Ego carece de situaciones de elección en las que Alter pueda influir.

1.2.1.2.3.4 Las relaciones de interacción suponen un intercambio de equivalentes, en tanto que declaraciones de un estado de cosas. En las relaciones de interacción habrá reciprocidad cuando se den las expectativas complementarias de comportamiento, de acuerdo a las normas intersubjetivamente vigentes. O bien, caso contrario, se presentarán las reacciones de resistencia.

1.2.1.2.3.4.1 Las reacciones de resistencia, como efecto de una relación de poder, se expresan como luchas que cuestionan el poder desde diversos niveles, Foucault (1988) identifica que este tipo de reacciones: se dirigen hacia el "enemigo inmediato" no hacia el principal; sostienen el derecho a ser diferentes; se oponen contra los efectos del poder vinculado con el saber, la competencia y la calificación; y, rechazan lo que determina (ciencia, administración) "quién es uno" buscando atacar la técnica.

1.2.1.3 La formación de la racionalidad científica moderna es articulada y gestada por el sistema relacional habilidades-poder-comunicación cuyos efectos en el plano epistemológico ha llevado a interpretar una función limitada por parte del sujeto. El pensamiento científico impone las reglas de conocer al mundo y decide, a partir de sus criterios de verdad, de legalidad y de legitimación, que no hay realidad si no es atestiguada por un consenso entre socios sobre un estado de conocimientos.

1.2.1.3.1 Las modernas reglas del juego para conocer el mundo imponen en lo metodológico la capacidad de predicción y la demostración experimental. A diferencia de Aristóteles (descripción sin experimentación) Bacon concibe el método por fuera de la naturaleza humana y como mera herramienta, favoreciendo con ello la noción de objetividad, porque no requiere del sujeto sino del objeto. Al sujeto se le cosifica.

1.2.1.3.2 El hombre conoce sólo a través de la razón y a través de ella debe dominar al objeto. El sujeto dueño de su voluntad necesita para su actuación algún género de iluminación por la razón, cuando no se da la iluminación se inaugura un espacio de irracionalidad<sup>18</sup>.

1.2.1.4 Sin embargo, el sujeto discurso no es reductible a alguna forma discursiva, ni a relaciones de poder y control objetivo ni a los modos de acción comunicativa y consensual ni a estructuras simbólicas y expresivas ni a un orden de significados integral. El sujeto discurso es una totalidad que concatena los innumerables contextos de una formación racional, en los cuales tienen lugar resistencias, sobredeterminaciones y relaciones de fuerza.

1.2.2 El contexto de aprendizaje lo constituye el marco mental de referencia, marco por tanto subjetivo en la conducta de los sujetos: red de normas percibidas y conductas esperadas (expectativas), repertorio de términos y significados disponibles y "adecuados" para una situación de aprendizaje.

---

<sup>18</sup>En el siglo XVIII se conoce como la época de la Ilustración. En ese período los europeos animados por los avances filosóficos (especialmente del inglés Francis Bacon y del francés René Descartes) y los descubrimientos científicos (especialmente del italiano Galileo y del inglés Isaac Newton), confiaban en que la razón humana podría mejorar y perfeccionar a la sociedad, las luces de la inteligencia podrían descifrar las leyes de la naturaleza que iluminaría el camino para alcanzar el progreso y el bienestar. Fue una época muy consciente de sus propios logros: los hombres se llamaban a sí mismos "ilustrados" o "iluminados" y calificaban a los siglos anteriores como bárbaros y "oscuros" (Tank, 1985).

1.2.2.1 Desde una perspectiva del discurso relacional en el aula, el contexto de aprendizaje es un conjunto de prácticas discursivas latentes y reactivadas ante una situación discursiva contextual correspondiente a un material por aprender. El contexto de aprendizaje se presenta como una entidad dinámica, única, irrepetible, en constante formación y transformación, de conflicto y resolución, individual y social. Es el despliegue de una situación interactiva conversacional (habla exterior y/o habla interior) entre alumnos y maestro.

1.2.2.2 En el contexto de aprendizaje, el lenguaje cumple una función fundamental de ser un recurso utilizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje: así pues, el lenguaje es un vehículo de acceso, análisis y codificación-asimilación mental de la realidad personal, física y cultural, en este sentido "El proceso de aprendizaje en el aula supone el desarrollo de la capacidad de atribuir adecuadamente y de manera cada vez más diferenciada conjuntos de propiedades en forma de predicados a una gama cada vez más amplia de datos o hechos. Corresponde a la enseñanza ir presentando al alumno nuevos datos de la realidad" (Titone, 1986).

1.2.2.3 En el proceso de aprendizaje habrán de lograrse dos tipos de resultados: uno lingüístico y otro conductal. En el primero, en tanto que el sujeto habrá de ser capaz de codificar mentalmente la realidad estudiada denominándola y conectándola a una red de predicados que le son atribuibles; y, el segundo, por cuanto de algún modo se verán afectadas las tendencias de conducta del sujeto respecto a esa realidad aprendida (Titone, 1986).

1.2.2.3.1 La codificación del material por aprender depende de varios factores constituyentes contextuales del aprendizaje, entre ellos: la red de referencias lingüísticas disponibles por los alumnos en ese momento; poseer previamente asumidas las propiedades generales referidas a un concepto general para codificar el concepto particular; los diversos códigos con que se presenta un nuevo concepto y

logro de una convergencia en los procesos de evocación entre educador y educando; la experiencia previa y estilos de representación mental, así como también las condiciones lingüísticas pragmáticas en la presentación de un concepto.

1.2.2.3.2 La designación (dar nombre) y atribución de predicados a nuestras conductas posibilita codificar y organizar nuestras experiencias.

1.2.2.3.3 El lenguaje configura una ampliación de la experiencia del sujeto que aprende, ya que el aprendizaje sucede no sólo a través del contacto directo con la realidad, sino a través del manejo de conceptos que refieren a una realidad no experienciada directamente.

1.2.2.3.4 El lenguaje en tanto que código de interpretación de la realidad se configura como marco activo de condiciones para el desarrollo de una cultura (Titone, 1986). El lenguaje actúa ya sea como "creador" de la experiencia, ya sea como de contexto de "restricción" de la misma.

1.2.2.3.5 Las directrices lingüísticas (contenido, vocabulario, estructuras sintácticas) condicionan el modo y estilo de percepción de los fenómenos de la realidad y el comportamiento hacia los mismos.

1.2.2.4 El desarrollo de la estructura cognitiva está plenamente inmerso en el desarrollo del lenguaje y en la capacidad de los sujetos para ir elaborando cada vez de forma más abstracta su realidad consigo mismo y con la realidad con la que tiene contacto. El desarrollo intelectual depende de la interacción entre educador y educando (Titone, 1986).

1.2.2.5 Los nuevos conocimientos se interpretan a la luz del conocimiento previo activado. El aprendizaje es personal y depende del contacto del que se recibe la nueva

información y del conocimiento almacenado con que cuenta el aprendiz para interpretar la nueva información y, del contexto dentro del que se recupera el conocimiento disponible. Sin embargo, aún cuando el conocimiento previo es necesario para lograr el aprendizaje, lo más importante es cómo se encuentra estructurado y no tanto la cantidad de información almacenada (Burns et al., 1991).

1.2.2.6 Los aspectos cruciales del aprendizaje se construyen fundamentalmente por medio de las conversaciones entre personas, que incluyen la creación de comunicaciones y esfuerzos para interpretar esas comunicaciones. En el contexto de aprendizaje, se da un proceso de negociación y apropiación social del significado, aún cuando el aprendizaje es un proceso individual.

1.2.2.6.1 La comunicación en este sentido, se concibe más bien como un proceso (que fluye en dos direcciones) transformador del cual surge el significado en la dimensión de los interlocutores. Se identifican dos mecanismos como componentes integrales del aprendizaje conversacional: Negociación y apropiación de significados.

1.2.2.6.1.1 En el primer mecanismo se da una construcción progresiva en virtud de los tiempos sucesivos de habla y acción. Cada turno ofrece una respuesta posible a lo que se quiere y prepara una etapa para lo que viene después. De esta forma se construyen cooperativamente, los ámbitos de creencias, significados y entendimientos.

1.2.2.6.1.1.1 A través de los recursos de interpretación, hechos públicos en el espacio conversacional, se presentan oportunidades para que los interlocutores determinen cómo han de ser entendidos, lo que puede conducir a una negociación del significado y cambio conceptual (cambio de cosmovisión).

1.2.2.6.1.1.2 La negociación de significados se presenta cuando se utilizan procedimientos interaccionales tales como los gestos de aprobación o desaprobación,

comentarios, parafraseos, correcciones, aclaraciones u otros artefactos lingüísticos de señalamiento, preferencias de formas lingüísticas de sollicitación, actuaciones verbales de tensión o conflicto, exhortaciones (Schegloff, 1992).

1.2.2.6.1.2 El segundo mecanismo, de apropiación de significados, se refiere a que una persona aprende las funciones de muchos objetos de su ambiente, no por descubrimiento o exploración, sino a partir de su uso en actividades socialmente compartidas.

1.2.2.6.2 Los maestros y estudiantes entre sí se apropian de las acciones simbólicas de las que aprenden, durante la realización de sus actividades de enseñanza-aprendizaje. El maestro transmite un mensaje o realiza alguna acción y el alumno la interpreta de cualquier forma. A tal situación, el alumno reacciona y el maestro a su vez lo interpreta. El maestro confirma, refuta, rechaza, reelabora el significado interpretado por el alumno. La apropiación del alumno que escucha puede provocar que se forme un nuevo marco de actividad de interpretación en el maestro y tratarla de una manera más apropiada que la antes practicada.

1.2.2.7 El lenguaje como conducta social define la relación de interacción de discurso en el aula. La definición de la relación puede expresarse de manera explícita (normas, conductas lingüísticas de sollicitación, de control, de demanda, de ritual de respeto y acatamiento, etc.), o implícita (estilos de participación en el discurso didáctico; interacciones maestro-alumno, alumno-alumno; forma y orden de participación, conductas verbales adecuadas o inadecuadas, etc.).

## **1.3 Estudio de la práctica discursiva científica desarrollada en el aula**

### **1.3.1 Metodología**

Merced al objetivo de dar cuenta de la pregunta ¿Cómo es la vida cotidiana en el aula para cumplir con el compromiso de enseñar y aprender una racionalidad científica? Se decidió instrumentar la metodología con algunas técnicas del campo de la etnografía. El material empírico reunido constituye el fundamento para describir e interpretar:

1. Las características del proceso de asimilación y generación de valores y pautas de comportamiento científico en un grupo escolar que cursa la materia de física.
2. Los significados de ciencia, conocimiento y epistemología en correspondencia a la realización científica del grupo.

Se entiende que un valor son las actitudes que se organizan en función de lo deseable; los valores y las creencias o concepciones de lo deseable determinan las intenciones a través de la norma intersubjetiva, como una percepción de comportamiento deseable y, mediante las actitudes, como tendencias de una persona hacia determinado comportamiento. De esta forma, a partir de valores y creencias, las intenciones dan lugar al comportamiento. Los valores, comportamientos, creencias, lenguaje, costumbres, significados, etc., son indicadores utilizados por la etnografía.

El esquema procedimental de esta primera parte de la investigación se constituyó de los siguientes niveles de análisis:

- Primer puente o nivel

- 1) Identificación de un campo problemático vinculado al trabajo docente (cambio conceptual).

- 2) Incipiente apoyo teórico (información referida al tema y elaboración de un ensayo).
- 3) Establecimiento de las dimensiones de análisis y de interés (discurso didáctico).
- 4) Elección del contexto y los sujetos más adecuados a los fines del trabajo de investigación (dos maestros de una misma disciplina y un grupo de alumnos).
- 5) Realización de registros de observación en el contexto elegido (primeras observaciones no participantes).
- 6) Análisis de la observación subrayando, preguntando y conjeturando sobre lo encontrado.
- 7) Construcción de las primeras categorías de análisis, clasificando por temas los conjuntos de preguntas (valores, actitudes y comportamientos científicos).

- Segundo puente o nivel

- 1) Clasificación de la información de acuerdo a las unidades de observación.
- 2) Recorte de las dimensiones del problema, definición de las unidades de análisis (significados de conocimiento, ciencia y epistemología).
- 3) Revisión y ajuste del apoyo teórico y definición de unidades de observación más precisas (observación del lenguaje desde la perspectiva del discurso didáctico como: codificador de la cultura, pragmática, codificador y mediador de la experiencia y como conducta interactiva).
- 4) Segunda etapa de trabajo de campo mediante observaciones y entrevistas focalizadas (observaciones en el aula de teoría y laboratorio; entrevistas a los dos maestros y a cuatro estudiantes "oscuros" y cuatro estudiantes "iluminados").
- 5) Revisión y clasificación de los datos empíricos.
- 6) Análisis de la información empírica para retroalimentar las categorías iniciales.

7) Construcción de nuevas categorías con distintos niveles de abstracción y cobertura analítica (tipologías: se exponen en análisis de las observaciones y las entrevistas).

•Tercer puente o nivel

1) Revisión del apoyo teórico, reestructuración del marco teórico de acuerdo a las categorías sociales de los participantes, los conceptos desarrollados por el investigador y los conceptos teóricos <prestados>.

2) Integración de las partes teórica, metodológica, de resultados e interpretación del avance de investigación.

3) Discusión y conclusiones.

4) Formulación de la hipótesis.

Niveles de generalización

-El propósito fue particularizar la generalidad, en otras palabras, estudiar una totalidad a partir de estudios "en" casos.

-Recreación de la cotidianidad de la vida escolar a partir de la presencia de escalas sociales estructurales.

**1.3.2 Acceso**

Se solicitó el acceso a los maestros de teoría y laboratorio del grupo elegido para el estudio, para llevar a cabo las observaciones sin advertir a los últimos del motivo de la presencia del observador. Al grupo de estudiantes y maestros se les pidió su colaboración para aplicar y responder las entrevistas explicándoles que se trataba de un

proyecto de tesis de maestría presentando el objetivo, descripción metodología y posible utilidad del estudio, a lo cual se dio una amplia aceptación.

### 1.3.3 Procedimiento

Una vez aceptado el ingreso se procedió a iniciar el estudio. Se hicieron 4 observaciones a teoría y 2 a laboratorio. Las observaciones, de una hora de duración promedio cada una, las realizaron dos personas. Se hicieron registros identificando actividades, discursos (comentarios, preguntas, explicaciones, etcétera) y comportamientos de profesor y alumnos. Se entrevistó a cada profesor para conocer su concepción de ciencia, epistemología y conocimiento, su experiencia en investigación y su formación, así como la caracterización científica del alumno. De las observaciones al grupo, se identificaron alumnos como *participativos*, también llamados *iluminados*, y otros como *no participativos*, señalados también como *oscuros*; se seleccionaron a 8 de ellos, 4 del grupo participativo y 4 de los no participativos para entrevistarlos y conocer sus concepciones de ciencia, epistemología y conocimiento, así como su realización científica y la caracterización de sus maestros de acuerdo al perfil de un científico.

Por consiguiente, se contó con diversas fuentes e informantes para esa asignatura: cuatro observaciones de teoría, cuatro observaciones de laboratorio, una entrevista a cada profesor, entrevistas a ocho de los alumnos.

Los eventos describen comportamientos y discursos específicos del profesor y del alumno: indicaciones, comentarios, preguntas, distracción, cansancio, entradas y salidas de los alumnos, ubicación, énfasis en el discurso (se utilizó una flecha inclinada ↗ como símbolo para señalar una variación alta en el volumen de la voz), etcétera. Se codificó cada evento guiados por la perspectiva del análisis del discurso didáctico (como organizador de la experiencia, como conducta interactiva, como

instrumento esencial en el desarrollo de la estructura cognitiva, como codificador de la cultura). Se discutieron los resultados de las fases de clasificación y codificación para esa asignatura, una vez que se llegó a un acuerdo, se procedió a la conceptualización o categorización para establecer conclusiones de la asignatura observada. Después, se revisaron las conclusiones derivadas de las observaciones conjuntamente con las declaraciones de profesores y estudiantes obtenidas en las entrevistas.

#### **1.3.4 Descripción**

El grupo es de quinto semestre, turno matutino de la Escuela de Bachilleres del plantel norte de la Universidad Autónoma de Querétaro. La asignatura es de física que a la semana comprende 5 sesiones de 1 hora diaria de teoría para el grupo entero y dos sesiones de una hora para cada mitad de grupo en laboratorio, con sus maestros correspondientes. El período de la asignatura es de un semestre. El número de alumnos es de 60, de los cuales 32 son mujeres y 28 son hombres. La edad promedio es de 17 años. El estudio se realizó de octubre a diciembre de 1996.

La asignatura se clasifica como una ciencia natural y experimental y la formación del estudiante se orienta hacia los planos valoral, metodológico y de conocimiento correspondientes. El contenido programático es referido a la mecánica clásica.

El primer acercamiento con el grupo fue de observación no participante<sup>19</sup> y la técnica fue fundamentalmente de notas de campo con el propósito de observar los comportamientos y discursos de maestros y alumnos.

---

<sup>19</sup>En la observación no participante el investigador es, teóricamente, ajeno a los procesos que se dan en algún contexto determinado, y adopta técnicas de <la mosca en la pared> para observar las cosas tal como suceden es una observación natural (Woods, 1987)

El objetivo fue generar categorías para indagar sus concepciones de ciencia, epistemología y conocimiento concebidas desde su quehacer cotidiano en el aula. Las categorías de base son: valores, comportamientos, actitudes ante el saber científico a partir de un saber de sentido común.

### **1.3.5 Análisis de las observaciones.**

Análisis y discusión de las observaciones del lenguaje como conducta interactiva en las clases de teoría (consúltense los anexos 1 y 2 como “Registro de observaciones en el aula” y “Registro de observaciones en el laboratorio”, respectivamente).

1.3.5.1 A partir de las observaciones en el aula se realizó el siguiente análisis y discusión de los comportamientos del maestro que impartía la teoría:

1.3.5.1.1 Personalidad convincente. La imagen que muestra es la de una persona segura de sí misma. En su discurso no hay titubeos. Ejerce su autoridad a partir de una relación de imposición de su propio marco de referencia. Existe confianza en el ejercicio de su propia autoridad. Es una postura sostenida en función de su propia seguridad. Elabora preguntas cuyas respuestas ya conoce. Se presenta con un discurso estructurado de certezas y convencimientos.

*M: Veamos, estamos acostumbrados al movimiento de traslación, pero el de rotación quizá sea el más importante de todos. Desde las grandes galaxias, hasta el electrón sufren movimiento de rotación.*

Hay un "quizá sea el más importante" que podría sustentarse como una duda, sólo que no queda explícito el contexto valorativo para decir qué es "el más importante" y no provee al auditorio de una base interpretativa para tal efecto.

En otro fragmento:

*M: El movimiento oscilatorio es otro tipo de movimiento pero no es evidente. ¿Han visto un reloj de péndulo? El péndulo oscila ¿y un resorte que sube y baja? Oscila ¿no es cierto que los electrones oscilan?*

*A: Sí.*

Por el tono de voz firme y convincente, la única respuesta posible era un sí.

1.3.5.1.2 Distancia social. Se dirige a los alumnos en plural "hagan favor", "échenle", "¿quieren...?". Es impersonal ya que no llama a sus alumnos por su nombre, y no acostumbra tutear. No establece relaciones informales con sus alumnos. El espacio físico utilizado es el frontal donde está el pizarrón, lugar que no es compartido por sus alumnos. Siempre permanece de pie. No se observaron muestras de afecto de tipo verbal o corporal. Se dejó ver un momento de conflicto de expectativas, en el que el maestro hizo una evaluación negativa del comportamiento de los alumnos referidos como "oscuros" y una evaluación positiva de los "participantes" (véanse los puntos 1.2.1.2.1 y 1.2.1.3.2).

*M: ¿Cómo les fue en el examen? (El día anterior se había aplicado un examen).*

*Arlette: Mal.*

*M: ¿Porqué mal de entrada? (Algunos alumnos continúan platicando y otros llegan cinco minutos después de la hora señalada).*

*Arlette: El tres.*

*M: Una buena parte del grupo no hace los problemas cotidianamente, otra parte lo intenta. Me da gusto por los últimos, por su disciplina para hacer las cosas. Me da*

*tristeza por los primeros porque al primer obstáculo desisten y como el agua se va hacia la parte más baja. Decir aquí estoy ↗ requiere esfuerzo. ¿Cuándo muchos de los de atrás y otros de aquí cerca pondrán algo de su parte? A mí me entusiasma cuando más gente se interesa por su trabajo. No puedo hacer cosas de mejor calidad si ustedes no ponen nada de su parte. Si no ↗ es muy disparate el ritmo. La educación es de dos, si uno falla, todos fallamos. Uno ya pasó, a mí me interesa que pasen, no voy a regalar nada. (Mientras ocurre este mensaje el maestro habla moviendo los dedos de su mano derecha flexionada, un alumno mueve las piernas, algunos de atrás y de la parte central ven sus apuntes, como Perla, Manuel, Patricia; los de adelante están atentos, entre ellos Claudia, Katia y Norma).*

El maestro no hace caso de la segunda participación de Arlett y expresa su rechazo por los alumnos que se sientan "atrás y otros cerca" porque tal parece que no cumplen con sus expectativas y les predice un futuro sin éxito. Parece transmitir que el fracaso es culpa del alumno. No hay una exhortación de defensa, parece ser que el status del maestro le posibilita hacer una amenaza cara a cara. En este acto el maestro define verbalmente la estructura del status en el seno de la clase al identificar a los "oscuros" y a los "iluminados". Los de adelante y algunos más cerca a él gozan de un status privilegiado por su capacidad de respuesta.

**1.3.5.1.3 Imposición de reglas de participación.** Se refiere a los derechos y obligaciones que el maestro establece y que serán los que rijan la vida en el aula, como el derecho de hablar, o el derecho de llenar todos los silencios, o emplear cualquier tono o volumen de voz, por ejemplo. El maestro es quien define las reglas de participación, utiliza estrategias verbales para lograr ciertos fines. Invariablemente es quien inicia el discurso con señalizadores verbales tales como "Vamos a...", "Siéntense", "Guarden". Decide la tarea académica; por ejemplo, "vamos a hacer ejercicios de planteos". Impone el tipo de participación, por ejemplo, el rol del alumno será leer un problema y responder las preguntas del maestro. El maestro por su parte, desempeña el rol de elaborar y dirigir

las preguntas orientadas hacia la comprensión y de anotar la respuesta al problema en el pizarrón. Nunca preguntó si alguien quería pasar a resolver el ejercicio al pizarrón. Decide quienes participan, la forma preferencial es maestro-alumno y no alumno-alumno. La participación del alumno es controlada en función de la atención que se preste en clase; por ejemplo, señala a un alumno que en ese momento se encuentra conversando con otro alumno para que le lea algún problema, aunque también hay participaciones espontáneas (véase el punto 1.2.1.2.2). Por ejemplo:

*M: A ver compañero, nos lee el problema 10* (Es un alumno que se sienta en el centro del salón y en ese momento está platicando, cuando es señalado por el maestro, lee el problema).

*M: Al hacer la lectura nos damos cuenta que se trata de un frenado porque la velocidad final es cero. Lo que preguntan por lo que entiendo, es el tiempo. Fijense lo que tenemos y lo que queremos ¿Qué relación de lo que hemos visto podría ayudarnos?*

*Alumno: aceleración.*

*M: La interpretación de un problema, es codificar en el lenguaje lo que es la incógnita.*

Como señala Cazden (1991) "En términos metafóricos, <la escuela> es siempre una representación que se constituye mediante la participación de un grupo de actores, pero solamente uno de ellos - la maestra - sabe (o cree saber) cómo debe desarrollarse, por lo que asume el doble papel de directora de escena y de actriz principal. Es la única nativa en la cultura de la clase y, sin embargo, depende de la ayuda que le presten sus alumnos <inmigrantes> para promover una actividad definida culturalmente". La lección en su conjunto parece ser una disertación ofrecida por el maestro a sí mismo, un monólogo que se transforma en interacción a partir de pregunta M/ respuesta A como un espacio abierto para mantener la atención o evaluar los conocimientos.

1.3.5.1.4 Contradicción de expectativas. Por un lado demanda a los estudiantes que cumplan su tarea escolar y que hagan un esfuerzo por decir "aquí estoy" y al mismo tiempo limita su experiencia intelectual. De las observaciones realizadas, en tres ocasiones el maestro planteó problemas de su misma creación y, sin embargo, no solicitó a sus alumnos este tipo de tarea. Por otro lado, el tipo de problemas que se resolvieron fue de carácter aplicativo y no de comprensión conceptual. Siempre se esperó que la respuesta coincidiera con la del texto o la del maestro. El lenguaje es usado para restringir la experiencia, algunas participaciones fueron solicitadas para leer un problema. Parece ser que al maestro le interesa un alumno reflexivo y la tarea que le asigna es de potencialidad irreflexiva (véase el punto 1.2.2.3.4).

1.3.5.1.5 Amabilidad en las formas de sollicitación. El maestro tiene preferencia por formas amables de sollicitación y exhortación, en lugar de las impositivas, por lo que se crean contextos de contacto humano adecuados. La forma de sollicitación no es, sino una forma indirecta de expresar autoridad y mitigar el status, es reparar la violencia simbólica y salvar la cara y con ello lograr el control de la clase a partir de un manejo de relaciones interpersonales. De cualquier modo, lo que al final se aprende tiene que ver con las exhortaciones que se hagan (véase 1.2.2.6.1.1.2).

*M: Bien, vamos a pasar a otra cosa, arranquen una hojita. Vamos a tratar de hacer comparaciones con lo que tenemos en el pizarrón ¿le entramos?. Vamos a tomar el rectilíneo y lo mezclamos con el uniforme ¿qué movimiento sería? Hagan todas las combinaciones posibles.*

1.3.5.1.6 Conducta disciplinada. El maestro acude de manera puntual a su clase, la duración de ésta es una hora exacta, no tiene inasistencias y cumple el programa escolar en su totalidad. Esta actitud también puede plantearse en términos de disciplina, pero una disciplina mediada también por las formas legales de la institución.

1.3.5.1.7 Metástasis verbal de ritmo acelerado. El discurso científico parece ser sólo responsabilidad del maestro. En una de las sesiones se registraron 800 palabras del maestro y 23 palabras en total por un grupo de 12 alumnos. No se registraron silencios para dar lugar a un razonamiento más complejizado. Hay expectativas de respuestas cortas y rápidas, los que responden de manera espontánea y rápida son los alumnos sentados en las primeras filas.

*M: Vamos a tipificar los movimientos. A ver usted.*

*A1: Rectilíneo.*

*M: Usted.*

*A2: Elíptico.*

*M: Usted.*

*A3: Absoluto.*

*M: Usted.*

*A4: De traslación.*

*M: A ver, vamos a parar ahí. Vamos a quitar el concepto de absoluto. Para Einstein, el movimiento es relativo y para Newton, el tiempo, el espacio y el movimiento son absolutos...*

El ritmo acelerado de la interacción discursiva de maestro y alumno (véase el punto 1.2.2.3.1) propicia la ausencia de discusión. Existen estudios que demuestran que lo que "malogra" la discusión son las preguntas del maestro y con ellas el acelerado ritmo de las interacciones durante la lección (Cazden, 1991). No se presta atención a la ausencia de conversación, a la ubicación y duración de los silencios. Se ha encontrado que cuando los maestros hacen preguntas al estudiante es característico que esperen un segundo o menos a que los alumnos inicien una respuesta, cuando el alumno termina de hablar, los maestros inician su reacción o plantean la siguiente pregunta en menos de un segundo. En cambio cuando el maestro espera tres segundos o más, tras la respuesta del alumno "se observan cambios muy acusados en el uso que hace éste

del lenguaje y de la lógica, así como en las actitudes y expectativas del maestro y alumno" (Cazden, 1991); en este sentido, los maestros hacen menos preguntas y de mayor complejidad cognoscitiva, sacan ventaja del mayor tiempo disponible para escuchar lo que dicen sus alumnos y mejoran las expectativas sobre la representación que ofrecen ciertos alumnos, al tiempo que otros, hasta entonces invisibles se hacen notar. El ritmo de la interacción trae consecuencias importantes con relación a una concepción de conocimiento implícita, si el alumno tuviera oportunidad de expresar lo que observa o lo que ha hecho, estaría en posibilidades de discutir y negociar sus concepciones previas con las concepciones científicas, con la misma soltura que si estuviera en el comedor reunido con su familia.

Otro aspecto a considerar es que las respuestas que espera el maestro muchas veces no son las deseadas, una pregunta tiene muchas respuestas potenciales y en este sentido, una respuesta correcta se da cuando se tienen los conocimientos adecuados y se logra un trabajo interpretativo y contextualizado. Cuando el maestro solicita la tipificación de los movimientos utiliza una estrategia que podemos denominar "de andamiaje" tal como lo concibe Cazden (1991) ejemplificándolo de la siguiente manera: "Imaginemos la imagen de un adulto cogiendo de la mano a un niño que empieza a andar, con rótulo <Todos necesitamos que nos echen una mano>, el niño hace lo que puede y el adulto hace el resto". Así, el profesor al no tener las respuestas deseadas prosigue:

*M: Observen un detalle, los humanos tendemos a agrupar, clasificar, por ejemplo, habemos morenitos, amarillitos, blanquitos ¿Cuál es el criterio de clasificación?*

*A1: El color de la piel.*

*M: Cuando clasificamos el movimiento recurrimos al concepto de trayectoria y es la línea que une los puntos del camino de un cuerpo al moverse y se establece el punto de referencia para decir que se está en movimiento. Pero si no quiero agrupar a los movimientos de acuerdo a su trayectoria ¿entonces?*

A2: *Por su movimiento.*

A3: *Por su desplazamiento.*

M: *¿Qué es importante en el movimiento?*

A4: *La velocidad.*

M: *Recuerden las leyes de Newton, la primera "Un cuerpo sigue en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme, si no hay una fuerza que modifique ese estado" y la segunda "Si una fuerza desequilibra a un cuerpo produce aceleración".*

A continuación el maestro anota en el pizarrón la clasificación del movimiento:

1. **Movimiento:** por su trayectoria: rectilínea y curvilínea (ondulatoria, parabólica, circular).
2. **Movimiento:** por su velocidad: igual o cambiante.
3. **Movimiento:** por su aceleración.

El concepto de andamiaje es muy parecido al de "zona de desarrollo próximo" término acuñado por Vygotsky y referido al proceso de cognición iniciado a la hora en que el niño comparte con el adulto la responsabilidad en la ejecución de una tarea, sólo que para Cazden (1991) la tarea que se considera es el diálogo, como un soporte visible y audible. En este caso, el andamiaje utilizado por el maestro no se guía de inicio con base a criterios acerca de lo necesario y lo suficiente para describir de forma más delimitada una clasificación del movimiento, como que una lluvia de ideas resulta demasiado ambigua, en tal caso es un cimiento endeble para una construcción de conocimiento.

1.3.5.1.8 Conceptos relativamente descontextualizados. En el fragmento recién citado los conceptos que se van aglutinando en torno a la tipificación del movimiento: "rectilíneo", "elíptico", "absoluto", "de traslación", están descontextualizados de los objetos móviles y la acción de abstracción que pretende el maestro no se genera a partir de la escena real del fenómeno físico. Pero aún, a pesar que el contexto físico

sea compartido y pueda darse una referencia física concreta, el lenguaje oral puede ser compartido o no. Las dificultades en la comprensión pueden tener lugar a partir de que no se comparten mundos creados a través de las palabras, en todo caso la tarea del alumno consistirá en recontextualizar tanto el marco de referencia o contexto verbal que le presenta el maestro como el contexto físico del fenómeno. Desde una teoría científica se comprende cuando se comparten los paradigmas de una ciencia. Como quiera llamársele, paradigma, marco de referencia, contexto verbal, la acción comunicativa precisa de un alto grado de intersubjetividad entre el hablante y el oyente y la tarea del docente será inducir en el alumno un nuevo modo de observar, de categorizar, reconceptualizar o recontextualizar los fenómenos referentes.

1.3.5.1.9 Claridad conceptual. Existe el interés de aclarar los significados conceptuales, no en un sentido de negociación, sino de imposición. La norma es que el maestro defina los conceptos para que los alumnos se "apropien" de ellos.

*M: ¿Ya tienen sus copias? Bueno, vamos a trabajar un poco con las copias. Ayer trabajamos un movimiento en particular y lo haremos con más detalle. En los ejercicios de ayer, me di cuenta que no tienen muy claros los conceptos ya revisados: trayectoria, longitud, distancia. Ayer dijimos que trayectoria... pero longitud puede asemejarse al concepto de distancia, aquí se refiere a la longitud entre dos puntos. (En la expresión "ayer dijimos que trayectoria..." resulta falso el plural porque fue sólo el maestro el que sentó la definición).*

1.3.5.1.10 Contradicciones conceptuales. Los tipos de contradicciones conceptuales registradas fueron de tipo inconsciente y por error conceptual. Muy distinto hubiera sido usar la contradicción conceptual como estrategia didáctica para generar una discusión en el aula.

*M: La distancia se mide sobre la trayectoria seguida. Cualquier cantidad de metros medidos es la distancia que recorrió el cuerpo en el espacio. Pareciera que entre A y B habría infinitas distancias y trayectorias. Hay una que es desplazamiento, que viene siendo el espacio o distancia recorrida entre A y B pero dirigido. En el desplazamiento hay que fijar el inicio desde A y B dirigido, pero es la menor distancia de A a B. (En matemáticas la distancia no es cualquier trayectoria como señala el maestro, sólo es la recta que une dos puntos, así que no hay menor o mayor distancia entre dos puntos).*

En otro fragmento:

(El maestro trabaja sobre movimiento rectilíneo uniforme y en la clase anterior destacó que en la Tierra no existe este tipo de movimiento por efecto de la fuerza de rozamiento que provoca una aceleración).

*Israel: La velocidad del sonido...*

*M: Primero ven la luz, unos segundos más tarde se oye el trueno ¿cuánto tiempo tarda? Recuerden cuando oyen y ven la luz. Antes de resolverlo tenemos que partir de que la velocidad a la que viaja el sonido es constante y si es constante ¿se trata de?*

*Katia: Movimiento rectilíneo Uniforme.*

1.3.5.1.11 Desconocimiento del contexto referencial del alumno. A partir del hecho de que es el maestro quien aporta los significados conceptuales, se anula la experiencia de negociar explícitamente los significados previos del contexto referencial del alumno. De ahí que las hipótesis o teorías del sentido común del alumno no son demandadas por el maestro y explícitamente no son puestas en relación con los significados científicamente aceptados (véanse los puntos 1.2.2.3.1 y 1.2.2.4). Dentro de los conocimientos del alumno, hay otra zona que no se exploró, se trata de los conceptos matemáticos necesarios para abordar la unidad temática de acuerdo al sentido que le

daba el maestro (énfasis en resolver problemas de aplicación). El caso es el de las funciones y gráficos.

*M: La siguiente gráfica que dejamos planteada por hacer es aceleración contra tiempo. Ahí no había mucho problema. La recta era horizontal ¿cierto? A ver, háganla los que no la han hecho. Tratemos de comprender lo que estamos haciendo.*

*Armando: ¿La variable independiente va en "y" ?*

*M: No, siempre va en "x" y ese va a ser el tiempo.*

Sobre este aspecto, los alumnos refirieron a los investigadores su desconocimiento total de este tema. Parece ser que hay una interpretación incierta de los criterios de variable independiente y variable dependiente.

Otro es el caso de despeje de ecuaciones.

*M: Así que despejamos la velocidad final de la ecuación. No sé como le hagan para despejar, si quiero despejar mi escritorio, hay que limpiarlo, en este caso, utilizo el inverso aditivo y quedaría aceleración por tiempo más...*

Por este tipo de comentario se infiere que no hubo una evaluación previa de los conocimientos de matemáticas correspondientes. Además no es muy afortunada la analogía de despejar ecuaciones con el despeje de un escritorio, la lógica para ambos tipos de despejes no se puede comparar.

En otro fragmento:

*M: A ver el movimiento vibratorio ¿un carro prendido? ¿las moléculas? (¿Porqué no rescata del alumno la posibilidad de referir los ejemplos concretos relacionados a algún concepto?).*

1.3.5.1.12 Distribución temporal de la estructura de un tema con énfasis en ejercicios de aplicación. Se aprecia que destina un tiempo de aproximadamente 4 días para la definición de los conceptos y 15 días para resolver problemas de aplicación (variables conocidas y desconocidas, aplicación de una fórmula y respuestas verificables). Parece ser que resolver problemas de este tipo es importante para el maestro porque le permite hacer predicciones objetivas:

*M: Ya habíamos dicho que la física utiliza como herramienta a las matemáticas, no podemos diseñar un puente que por no hacer un cálculo se nos caiga. Bueno vamos a hacer el problema 11...*

1.3.5.2 Análisis de las observaciones de los comportamientos de los alumnos en el aula de teoría.

1.3.5.2.1 Relación asimétrica con el maestro. Las intervenciones verbales con el maestro se concretaron como respuestas cortas, generalmente de una palabra a las preguntas hechas por el maestro. Algunas otras fueron de solicitud de aclaración de dudas para resolver algún ejercicio.

1.3.5.2.2 Escasa relación entre iguales. La dinámica de la clase no permitió una relación entre iguales como un espacio de negociación y evaluación de sus saberes referidos al tema. No hubo espacios para generar procesos grupales de discusión. Aunque sí interactuaron conversando (no se captó si era relacionado al tema), saludándose, demostrándose afecto.

1.3.5.2.3 Postura de oposición. Se refiere al poder mediado por el lenguaje. Algunos alumnos deciden no participar verbalmente, se podría decir que un 50 % de ellos no responde las preguntas del maestro de manera espontánea, aunque si constituyen un

auditorio presente. Deciden llegar tarde, invariablemente después de que entraba el maestro seguían entrando alumnos hasta por un espacio de 20 minutos, parece ser que no era un asunto negociado ya que en alguna ocasión el maestro señaló que procurasen llegar puntualmente. Tal vez se daban esa libertad porque no se pasaba lista de asistencia. Hubo quien se comiera su torta en el momento de la clase en pleno. A otro alumno se escuchó tararear una canción. En dos ocasiones en distintos días, se aventaron bolas de papel. Otros alumnos que llegaron tarde se saludaron chocándose las manos. Una semana antes el maestro había dejado un material para que le sacaran fotocopia y aún la mitad del grupo no las tenía, a pesar que ya se venían trabajando hacía tres días. Las copias eran para ir resolviendo los 34 ejercicios relativos a un tema. Los alumnos que presentaron las conductas anteriores son los que se sientan en las filas del centro hacia atrás. Las bancas están dispuestas de manera horizontal y se encuentran juntas, es difícil acceder a las filas de atrás. Inicialmente el grupo era aproximadamente de 70 alumnos y el maestro refiere que tuvo que llevar a cabo un proceso de eliminación con base al incumplimiento de tareas y así trabajar mejor con menos alumnos (véase el punto 1.2.1.2.3.4).

1.3.5.2.4 Postura de adhesión. De manera tendencial los alumnos que se ubicaron en las dos filas frontales fueron los más participativos verbalmente hacia el maestro, ya que respondían a sus preguntas, ponían interés, anotaban en su cuaderno, llegaban puntuales. En la primera fila predominaron las mujeres y sus expresiones se dirigieron al maestro de manera casi exclusiva.

1.3.5.2.5 Rol pasivo-receptivo. Se aprecia que el alumno asume para sí las expectativas del maestro aunque con distintos contextos de significación. Parece que el alumno percibe que el maestro espera que resuelvan cotidianamente los problemas, que respondan verbalmente en clase, que lleguen puntuales, que no se armen discusiones grupales, que no se propongan dinámicas distintas de interacción, que no elabore discursos complejizados, que cumplan las tareas, que haya un trato amable, que

aprendan los conceptos por él expuestos, es decir, que los reconceptualice. Son entre otras, expectativas que se asumen de distinta manera de acuerdo al contexto mental del alumno, algunos deciden responder a ellas como lo desea el maestro y otros optan por mantener una imagen diferente a la esperada por el docente. Pero, aunque el maestro pide a sus alumnos decir "aquí estoy", las oportunidades están ausentes para desempeñar un rol activo en la construcción conceptual, al menos de manera evidente, habría que preguntarse qué sucede con su "habla egocéntrica" como refiere Vygotsky a la transformación de la interacción social en habla interna.

#### 1.3.5.3 Análisis de los comportamientos de la maestra (laboratorio):

1.3.5.3.1 Conducta burocrática. La maestra se permite una tolerancia de 15 minutos para llegar después de la hora indicada. Pasa asistencia a sus alumnos, como requisito institucional, antes de iniciar la clase. Establece por escrito en el pizarrón y de manera esquemática: el título, el objetivo, el fundamento, el desarrollo y los cálculos a realizar. Los tres últimos puntos están en blanco para que el alumno los llene. Una vez revisado el fundamento, solicita a sus alumnos que pasen por el material y después los invita a pasar a otra área a realizar la práctica. No evalúa resultados ni conclusiones, por lo que se pierde esta parte del proceso cognitivo. Se aprecia que no hay pasión en la conducción de su clase.

Habermas (1982) refiriéndose a Max Weber señala que su concepto de racionalidad es para definir la forma de la actividad económica capitalista, del tráfico social regido por el derecho privado burgués, y de la dominación burocrática. Se trata de la implantación del tipo de acción que es la racional con respecto a fines, afectando la organización de los medios y la elección entre posibles alternativas.

1.3.5.3.2 Interés centrado en dar instrucciones. Describe el desarrollo de la práctica de manera puntual, no se provocan huecos que ocasionen conflicto en los estudiantes. Por ejemplo:

*M: Número uno, dispara la pistola a los distintos ángulos mencionados; dos, Midan los tiempos y distancias para cada lanzamiento. Acuérdense que los tiempos son tiempos promedios, ustedes sólo miden tiempo y distancias. Como no les va a caer en el mismo lugar en el mismo ángulo, pongan una marca para cada tiro. Sólo miden tiempos y al final miden distancias. Número tres, calcular el tiempo de flecha. Entonces tienen un tiempo total y el tiempo de flecha lo dividen entre dos...*

En alguna parte de su proceso discursivo se planteó un problema que provocó hipótesis y además solicitó una comprobación. Un alumno pasó y puso a prueba la hipótesis, mientras otros en su lugar experimentaban dicha hipótesis. Sólo que esta experiencia duró dos minutos y en ese lapso de tiempo es difícil complejizar el problema y en vez de centrar la actividad en este aspecto, regresa a lo ya preestablecido por ella, es decir, en dar instrucciones mecanizadas. El fragmento es el siguiente:

*M: Terminen de copiar las fórmulas para pasar al desarrollo. Las fórmulas nada más. ¿Porqué no hemos tomado en cuenta la masa? ¿será lo mismo dejar caer un objeto de 50 g que de 1 g? (Algunos alumnos responden que sí y otros que no). A ver compruébalo. (Pasa Lorenzo, un alumno muy participativo y deja caer dos objetos que se supone son de distinto peso y son más o menos compactos: un borrador y un lápiz)*  
*Israel: No deben caer al mismo tiempo.*

*Ivette: Sí*

(La maestra arruga una hoja de papel y tira un cuaderno y caen iguales)

*Norma: Depende de la fuerza con que salgan.*

*M: No importa eso ¿De qué depende que suba o baje un objeto?*

*César: De la fuerza de gravedad.*

*M: Disparen su pistola, miden tiempo y tarda dos segundos ¿cuál es el tiempo que tarda en subir o bajar? Pidan su material para trabajar.*

1.3.5.3.3 Distancia social. Se percibe como una persona de carácter serio, no acostumbra hacer bromas o expresar buen humor, según lo refiere su ayudante, se dirige con palabras correctas pero con tono frío. No hay muestras de afecto. Tutea a los alumnos, pero no los llama por su nombre. Parece tener cierta preferencia en interactuar con algunos alumnos hombres, sobre todo en la fase de desarrollo práctico. Se aprecia como una personalidad sin carisma.

1.3.5.3.4 Discurso ambiguo. Se aprecia que el concepto de "fundamento" guarda distintos significados. Uno de ellos es llenar un espacio en el pizarrón con las fórmulas del movimiento Ejemplo:

(En el pizarrón está anotado lo siguiente:)

Fundamento:

Caída Libre

$h =$                        $V_f =$

$h =$                        $V_f =$

$t =$                        $g = V_f/t$

$t =$

*M: Les pedí el fundamento para esta práctica ¿Cuáles serían para caída libre?*

*Yéssica:  $V_0 = 0$*

*M: ¿Y para tiro vertical? ¿La  $V_f$  en la altura máxima?*

*Katia: cero.*

*Tienen que poner las fórmulas, ¿quién quiere poner las fórmulas?*

(Pasa un alumno de la mesa uno a llenar el espacio destinado a poner fórmulas y la maestra lee las fórmulas).

*M: Terminen de copiar las fórmulas para pasar al desarrollo.*

Otro significado de fundamento consistió en revisar "partes del movimiento" y el hecho fue que intercambió significados conceptuales de un movimiento en el contexto de su trayectoria y en esta ocasión no se anotaron fórmulas. Sería el siguiente fragmento:

*M: El objetivo se lo plantean ustedes. Queremos fórmulas resumidas, queremos predecir qué es lo que vamos a observar. El tiro parabólico es este (La maestra dibuja la trayectoria de tiro parabólico en el pizarrón). Se supone que yo tenía un objeto y pierde su plano de sustentación y hace una parábola. Ahora vamos a analizar la salida inclinada. A ver equipo uno ¿cuáles son las partes del movimiento?*

*A1: La trayectoria, el alcance.*

*M: A ver ¿ésta? (La maestra dibuja la altura máxima).*

*A1: Altura máxima.*

*M: Pero ¿qué otro nombre?*

*A1: Flecha.*

*M: ¿Cómo va la trayectoria?*

*A1: Curva.*

*M: Si no sabemos las partes del movimiento no vamos a saber aplicar las fórmulas. A ver equipo dos ¿Cuál es el ángulo de llegada?*

*A2: El mismo.*

*M: Equipo tres ¿flecha o altura máxima?*

*A3: ...*

*M: Yo les dije en qué libro lo buscaran.*

*M: Equipo cuatro.*

*A4: Aceleración.*

*M: No estamos manejando aceleración ¿estamos manejando...?*

*A4: Gravedad.*

*A5: Es velocidad inicial.*

M: No.

A6: Es tiempo de flecha igual al producto de la velocidad inicial por el seno del ángulo sobre gravedad.

M: ¿Así nada más?

A6:...

M: A ver fijate ¿está bien?

A6: Sí.

M: ¿Y entonces el tiempo de flecha?

A6: El tiempo de flecha es el de arriba y el tiempo total es el doble.

M: ¿Porqué el tiempo total es el doble?

A6: Porque lo que tarda en subir tarda en caer.

M: Entonces el movimiento es simétrico. Entonces vamos a hacer lo siguiente. Acuérdense que el objetivo ustedes lo plantean. Ustedes redáctenlo. El fundamento es lo que acabamos de decir ¿sí?...O.K. ¿En qué ángulo alcanza la máxima altura?

A1: A 45°.

M: Sí ¿porqué?

A1:...

M: Sí le atinaron ¿porqué? Equipo seis ¿a qué ángulo se consigue el máximo alcance y porqué?

A6: A 90° es tiro vertical y a 45° es el máximo alcance.

M: ¿Porqué? ¿Nomás porque sí? ¿porqué en el libro se tenía? ¿porqué no a 30°?

A6: Es un ángulo neutro.

M: Tiene que ver con las velocidades.

A6: A un ángulo de 30° la velocidad es menos.

M: Tienes esto (La maestra dibuja en el pizarrón la descomposición de velocidades).

M: Depende de esas velocidades, si el objeto cae más acá o más allá ¿qué pasaría con 90° y con uno de 30° o 45°? ¿Cuál cae más lejos?... A ver, vamos a comprobarlo.

1.3.5.3.5 Incoherencia lógica. Es identificada en el discurso cuando solicita de inicio un objetivo, este objetivo no es planteado por los alumnos en ese momento, y relaciona inmediatamente en el discurso "queremos fórmulas resumidas, queremos predecir qué es lo que vamos a observar", pareciera que su expectativa es que los alumnos planteen el objetivo como "queremos predecir... mediante cálculos con fórmulas resumidas...". Resulta incoherente solicitar un propósito si aún no se plantea, como en este caso, la incógnita de alguna variable con relación a otras. Por lo que se observa el objetivo será planteado después del desarrollo práctico. Se aprecia que lo que pudiera ser el problema se encuentra en la fase final del discurso cuando pregunta "¿A qué ángulo se consigue el máximo alcance y porqué?". Si bien hace una serie de preguntas para asegurarse de compartir los significados de un esquema conceptual, finalmente el problema se diluye entre las preguntas. El problema no es anotado en el pizarrón y es cuestionable si al alumno relacionó esta pregunta a un posible objetivo (puntos 1.2.1.3 y 1.2.2.3.1).

1.3.5.3.6 Impone hipótesis. Cuando logra establecer el problema, desatiende las hipótesis del alumno e impone la propia (punto 1.2.2.3).

*M: Equipo seis ¿a qué ángulo se consigue el máximo alcance y porqué?*

*A6: A 90° es tiro vertical y a 45° es el máximo alcance.*

*M: ¿Porqué? ¿Nomás porque sí? ¿porque en el libro se tenía? ¿porqué no a 30°?*

*A6: es un ángulo neutro.*

*M: Tiene que ver con las velocidades.*

*A6: A un ángulo de 30° la velocidad es menos.*

En otro fragmento:

(Cuando la maestra arruga una hoja de papel y tira un cuaderno)

*N: Depende de la fuerza con que salgan.*

*M: No importa eso. (Norma estaba en lo correcto, porque los cuerpos caen debido a la fuerza de gravedad que es la fuerza que ocasiona que "salgan" hacia abajo).*

1.3.5.3.7 Enfatiza la predicción. Una de las condiciones, entre otras, que debe satisfacer una hipótesis es su poder predictivo y parece ser que se resalta la importancia de la predicción cuando menciona "... Queremos fórmulas resumidas, queremos predecir qué es lo que vamos a observar" y a continuación en su discurso se establece el intercambio conceptual y sin hacer ningún cálculo matemático. Finalmente, ella es la que establece la hipótesis y no lo hace en apoyo a fórmulas. Sin embargo, enfatizar la predicción no ha significado revisarla a la luz de los datos y resultados obtenidos. La conclusión es asunto que no se retoma de manera grupal (punto 1.2.1.3).

1.3.5.3.8 Concepciones erróneas. Cuando los alumnos se disponían realizar la práctica de "caída libre", la maestra hace el siguiente comentario:

*M: Hay que tener cuidado porque algún equipo se lleva más tiempo, entonces tienen que hacerlo varias veces. No se apuren si no les da. No importa, si no coincide el tiempo del cálculo con lo obtenido, no importa. Hasta ahí caída libre.*

Sí debe importar que coincida o no el cálculo esperado con la medición que hacen, porque el hecho físico no cumple condiciones de caída libre. Sólo que la experiencia hubiera tenido lugar en condiciones de vacío, se trataría de caída libre y sólo así, se precisaría la coincidencia tratando de minimizar el error en la medición. El ejercicio sugerido por la maestra no es "caída libre" como así lo llama. Se maneja un discurso en que las certezas cobran vida, no hay dudas, ni desde el interior de la maestra, ni dirigidas como tales a los alumnos.

#### 1.3.5.4 Análisis de los comportamientos de los alumnos en el laboratorio

1.3.5.4.1 Paradójica interacción entre iguales. A pesar de que en el laboratorio se reúnen en equipos los alumnos (por la disposición de las mesas de trabajo), la interacción entre ellos sólo es para distribuirse la tarea de medir las variables correspondientes. No hay una construcción social de significados conceptuales de física, pero sí hay una construcción social del significado de la división del trabajo mecánico. Por otro lado, parece que hablar entre iguales es un proceso que merece ser desacreditado, ya que, por referencia de los alumnos, se les baja puntos si hablan. Habría que pensar si el discurso del docente provoca una reacción positiva o negativa, en el sentido de que el alumno puede o no comentar algo relacionado con el tema y hablar sin que le competa un turno, provoca una reacción de intolerancia a la maestra.

1.3.5.4.2 Interacción asimétrica con la maestra. El alumno responde las preguntas de respuesta ya conocida por la maestra. Responde un espontáneo por cada equipo. El alumno no formula preguntas. Hay asimetría en el número de palabras expresadas, en una sesión se midieron 435 palabras por parte de la maestra y 80 expresadas por 16 alumnos. Los enunciados de respuestas de los alumnos aparecen compuestos de 1 a 10 palabras. El alumno sigue las reglas impuestas, parece que no posee la capacidad de proponer una estrategia didáctica alternativa, a pesar de no estar de acuerdo con la seguida, como lo sugieren algunos de sus comentarios registrados a través de las entrevistas. La maestra puede llegar tarde y el alumno no, porque se le pasa lista de asistencia al entrar al salón. Sin embargo, en este espacio, sí puede anotar en el pizarrón las fórmulas.

1.3.5.4.3 Experiencia restringida. De manera correspondiente al rol del docente, el alumno llena una especie de formato y realiza la práctica siguiendo un método preestablecido por la maestra. No tiene oportunidad de poner a prueba sus propias ideas, ya que si bien no establece o delimita un problema, tampoco elabora teorías o

hipótesis de carácter explicatorio o bien, predictivo. Además la construcción de una hipótesis por parte del alumno requiere de un pensamiento reflexivo, en primer lugar porque debe ser atinente a las hipótesis o teorías previas y en segundo lugar, debe estar estructurada de tal modo que sea posible someterla a prueba. Esta hipótesis debe conducir toda la investigación. La metodología debe ser acorde a lo que se quiera someter a prueba e idear "lo que se debe hacer", debe ser un proceso que de preferencia construya el alumno. Por lo anterior, se observa que la experiencia del alumno es restringida en este tipo de procesos. Las expectativas de la maestra en el proceso de enseñanza-aprendizaje propician un rol pasivo-receptivo en el alumno, como actividad mecanizada.

**1.3.6 Análisis de las entrevistas aplicadas a los maestros y a los alumnos (véanse los anexos: 3 “Entrevistas de los maestros del grupo” y 4 “Entrevistas a los alumnos”).**

1.3.6.1 Análisis de las entrevistas a los dos maestros

1.3.6.1.1 Percepciones del perfil científico del alumno

1.3.6.1.1.1 Respuesta de la maestra: El perfil científico que debe tener el alumno debe reunir tres cualidades, fundamentalmente: observación, análisis y reproducción. Sólo que los alumnos no poseen tales requisitos.

“Bastantes de ellos no entienden instrucciones mínimas y no tienen gran capacidad deductiva”

1.3.6.1.1.2 Respuesta del maestro: Significa la capacidad de establecer relaciones entre informaciones dispersas y con ello construir o reconstruir las teorías de la física. El horizonte de elaboraciones teóricas se concatenan con las prácticas discursivas institucionales tales como el currículum.

“Yo creo que puede desarrollar habilidades en el orden manual y en el orden del razonamiento y puede conocer técnicas e información que le permitan hacer, como dirían ellos, “conectes”, hacer relaciones entre esas informaciones, hacer relaciones entre esos datos que tienen por ahí separados y de esa manera construir las leyes del conocimiento legítimamente aceptadas en la física... aunque más bien, desarrollan habilidades de currículum oculto, el maestro enseña con su actitud, su persona, más que las mismas habilidades científicas”.

### 1.3.6.1.2 El significado de enseñar ciencia

1.3.6.1.2.1 Para la maestra es la repetición controlada.

1.3.6.1.2.2 Para el maestro

“Es el ser mediador entre esos conocimientos legítimamente aceptados por la comunidad científica, los textos en los que están plasmados esos conocimientos y unas mentes, las de los muchachos, que están en un proceso en el que por un lado, la información se les acerca, y por otro lado, la forma como uno media en ese acercamiento, permite que ellos desarrollen capacidades y habilidades y sus propias formas de acercarse al mundo”.

### 1.3.6.1.3 Conceptos de conocimiento y ciencia

1.3.6.1.3.1 Para la maestra: El conocimiento es la capacidad de evaluar, de repetir y analizar un fenómeno. El concepto de ciencia se traduce como repetición controlada.

1.3.6.1.3.2 Para el maestro: El conocimiento es un acercamiento metódico hacia un objeto, es una construcción continua. De lo que el concepto de ciencia es el método validado por una comunidad científica para dar legitimidad a esos conocimientos.

### 1.3.6.2 Análisis de las entrevistas realizadas a los alumnos

#### 1.3.6.2.1 Disposición cognitiva ante el conocimiento científico

Esta categoría comprende la emisión de juicios de los alumnos con relación a sus perspectivas de interés por aprender una disciplina científica.

Se observó que todos los alumnos participativos manifestaron interés por la clase de física en su contexto teórico porque les permitía establecer una relación entre el conocimiento teórico y los hechos ocurridos en su vida cotidiana.

*Arlett:*

*“El maestro siempre te pone algún ejemplo que puedes aplicar en la vida cotidiana, o sea, como que hace que a la materia le halles un uso, una aplicación en tu vida. Por ejemplo, saliendo de aquí chocas y vas a tener que demostrar que tu ibas a una velocidad...”*

*Claudia:*

*“Se me hace interesante por los problemas, porque muchos problemas los podemos aplicar en la vida cotidiana...ahorita nos dejaron un trabajo de energía, puedes cosas de esas y ya no tienes que estarle midiendo ¡hijole! Ahí queda más o menos, por ejemplo, si quieres ponerle un péndulo ya no tienes que irle al tanteo de que...”*

Existe una apropiación de significado de los conocimientos y valores científicos a partir del uso y la aplicación de ellos en la vida cotidiana.

Diferencialmente, el grupo de alumnos no participativos mostraron actitudes negativas respecto al interés por aprender ciencia.

*Juan Carlos:*

*“Está en la cuestión teórica, lo que pasa es que muchas veces no te enseñan a pensar, simplemente aquí está un ejercicio, se resuelve y órale...en laboratorio, pienso definitivamente está mal, porque llegas tú, vamos a hacer ésto, y ésto y ¡no sabes porqué! ¡No sabes cómo! simplemente se va a hacer ésto, vas a calcular esto...”*

Juan Carlos, se reconoce como un sujeto ajeno a la construcción del conocimiento y a las decisiones instauradas por la maestra en el contexto de laboratorio.

*Lizbeth:*

*“Yo no le entiendo bien, porque yo no hago muchos ejercicios, pero él siempre explica y se hace interesante sólo cuando le pongo atención”*

Lizbeth, alumna oscura (punto 1.2.1.3.2 es quien no recibe el beneficio de la “iluminación” del conocimiento científico), se asume como un sujeto cuya disposición cognitiva está permeada por un código conceptual que le dificulta decodificar el nuevo material, que tal parece le ocasiona cerrar el canal de comunicación a manera de espacios temporales de resistencia a la penetración de la racionalidad científica y abrirlo de acuerdo a su voluntad.

Sin embargo, se encontró tanto en alumnos oscuros como iluminados, una tendencia a señalar con una actitud positiva la forma de explicar del maestro. Tal vez se deba a la forma de utilizar ciertas condiciones del lenguaje. Ya que el lenguaje es por excelencia, el recurso utilizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje (punto 1.2.2.2), se

identificaron ciertas condiciones lingüísticas utilizadas por el docente que posiblemente dieron lugar a un nivel de comprensión en el proceso de aprendizaje. Tales condiciones lingüísticas fueron regidas por el principio de causalidad detectado a través de preguntas tales como ¿porqué? ¿qué pasaría si...?, potencializando con ello en el alumno la capacidad de un análisis de la relación causa-efecto y de construir sus propias teorías.

*Claudia (participativa):*

*“Es el maestro el que da la definición, pero nos explica no sólo la definición, sino el porqué de eso...entonces le queda a uno más claro y eso mismo puede sacar otras definiciones, tu propia definición, aunque tú no la digas en la clase” (punto 1.2.2.1).*

*Manuel Alberto (no participativo):*

*“...él de alguna manera nos daba el porqué de las cosas... cuando nos dejó un cuestionario de física clásica, pues ora sí que usaba mi imaginación y de alguna manera me sentí científico, de tal manera que ¿qué pasaría si...?”*

Tal parece que este tipo de actos conversacionales no se dieron como una regularidad, tal como se registró en las observaciones de las clases de teoría, sino en aquella parte del programa donde hizo participar a los alumnos con sus opiniones.

*Claudia (participativa):*

*“...en la primera unidad leímos mucho y vimos una película y de eso mismo se puso el maestro a preguntar qué era lo que nosotros opinábamos y así va uno formando sus propias teorías”.*

1.3.6.2.2 El concepto de conocimiento. No se encontró algún rasgo diferencial importante entre los dos grupos de alumnos, participativos y no participativos, con relación al concepto de conocimiento. Ambos refieren que el conocimiento es posible a partir de la práctica y el conocimiento científico, a diferencia del conocimiento del sentido común, está regido por un método, el experimental, cuya finalidad es encontrar la verdad a partir de cuestionar la realidad. De lo que el conjunto de conocimientos “buscados” por medio de un método es lo que da lugar a la ciencia.

#### 1.3.6.2.3 Su sentir científico

1.3.6.2.3.1 En el contexto de laboratorio todos los alumnos entrevistados se consideran ajenos a la construcción del conocimiento ya que, como refieren, no experimentaron la sensación de búsqueda.

*Manuel Alberto (no participativo):*

*“ No, puesto que, pues ora sí que nomás hacemos... yo no le vería de ninguna manera que eso sea ciencia, esa es la enseñanza, son como puros ensayos... aquí sólo me siento un alumno.”*

Se observó un rasgo diferencial entre los dos tipos de alumnos que corresponde al elemento de la autoestima.

*Perla (no participativa):*

*“Porque para ser científica tendría que ser muy inteligente”*

1.3.6.2.3.2 En el contexto del aula de teoría se detecta una opinión muy generalizada que sostiene que el discurso didáctico desencadena la imaginación, el razonamiento y la experimentación.

1.3.6.2.4 El significado de aprender ciencia. El rol observado en el alumno en el proceso de aprendizaje se constituye por una gama de experiencias fundada en la relación maestro-alumno mediada por el conocimiento del profesor y su postura frente a este conocimiento.

*Claudia (participativa).*

*“ Sí, te dan un concepto al principio, pero no nos ponemos a ver muchos conceptos, sino que nos dan un concepto, se explica el concepto y ya que queda claro, se empiezan a hacer problemas, y de problemas, no sé, dos semanas”.*

#### 1.3.6.2.5 Actitudes científicas percibidas en los maestros

1.3.6.2.5.1 En el contexto de laboratorio, se observa de manera absoluta, una respuesta negativa en los dos grupos de alumnos. La razón se debe a que la maestra ha ofrecido por norma un esquema mecánico en las actividades de aprendizaje.

1.3.6.2.5.2 En el contexto de teoría se da una respuesta tendencialmente positiva basada en una caracterización de la personalidad del maestro cuyos elementos serían: convincente, con capacidad de predicción, como un sujeto en continuo proceso de aprendizaje, capacidad de explicación, motiva la imaginación, entusiasta.

**CUADRO I. ESQUEMA DE LAS OBSERVACIONES DE VALORES, ACTITUDES Y COMPORTAMIENTOS CIENTIFICOS DE ALUMNOS Y MAESTROS DE ACUERDO AL ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES EN EL AULA Y EN EL LABORATORIO. (Véanse los anexos 1 y 2 "Registro de las observaciones en el aula de la teoría" y "Registro de las observaciones en el laboratorio").**

MAESTRO DE TEORIA	ALUMNO
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Personalidad convincente</li> <li>2. Distancia social.</li> <li>3. Imposición de reglas de participación.</li> <li>4. Contradicción de expectativas.</li> <li>5. Amabilidad en las formas de solicitud.</li> <li>6. Conducta disciplinada.</li> <li>7. Metástasis verbal de tipo acelerado.</li> <li>8. Conceptos relativamente descontextualizados.</li> <li>9. Ausencia de negociación conceptual.</li> <li>10. Contradicciones conceptuales.</li> <li>11. Desconocimiento del contexto referencial del alumno.</li> <li>12. Énfasis en resolver ejercicios de aplicación.</li> <li>13. Utilización de textos científicos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relación asimétrica con el maestro.</li> <li>2. Escasa relación entre iguales.</li> <li>3. Postura de oposición "los oscuros".</li> <li>4. Postura de adhesión "los iluminados".</li> <li>5. Rol pasivo-receptivo.</li> </ol>

MAESTRA DE LABORATORIO	ALUMNO
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conducta burocrática.</li> <li>2. Interés centrado en la instrucción.</li> <li>3. Distancia social.</li> <li>4. Discurso científico ambiguo.</li> <li>5. Incoherencia lógica en el discurso.</li> <li>6. Imposición de hipótesis.</li> <li>7. Énfasis en la predicción.</li> <li>8. Concepciones científicas erróneas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Paradójica interacción entre iguales.</li> <li>2. Interacción asimétrica con la maestra.</li> <li>3. Experiencia restringida.</li> </ol>

CUADRO II. ESQUEMA CONCEPTUAL DE LOS MAESTROS. (Véase "Entrevistas a los maestros" Anexo 3).

CONCEPTO	MAESTRA	MAESTRO
Perfil científico en el alumno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de observación y análisis.</li> <li>• Reproducir los fenómenos para experimentar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad de origen manual y en el orden del razonamiento.</li> <li>• Hacer relaciones entre informaciones.</li> <li>• Construir y reconstruir las leyes de la física legítimamente aceptadas.</li> </ul>
Cualidades científicas percibidas en los alumnos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No entienden instrucciones.</li> <li>• No tienen capacidad deductiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más bien desarrollan habilidades de curriculum oculto, el maestro enseña con su actitud, su persona, más que las mismas habilidades científicas.</li> </ul>
Ciencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repetición aplicada de los fenómenos naturales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como práctica, un método que bajo parámetros aceptados por una comunidad científica, le dé legitimidad a esos conocimientos.</li> </ul>
Traducción del concepto de ciencia en la formación del alumno.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijar la atención en un fenómeno, predecimos y lo repetimos de manera controlada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El maestro es mediador entre los conocimientos científicos (a través de los textos) y las mentes de los alumnos que están en proceso de formación.</li> </ul>
Conocimiento científico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de evaluar, repetir y analizar un fenómeno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizando una metodología sistemática, se hacen acercamientos a un objeto. Es una construcción continua.</li> </ul>
¿Hace investigación?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> </ul>

CUADRO III.ESQUEMA CONCEPTUAL DE LOS ALUMNOS (Véase "Entrevista a los alumnos", Anexo 4).

CONCEPTO	ILUMINADOS	OSCUROS
Disposición cognitiva ante el conocimiento científico	<p>Actitud positiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de establecer relaciones entre el conocimiento científico y la vida cotidiana mediadas por valores epistémicos.</li> <li>• El docente "explica bien" utiliza preguntas de nivel de comprensión ¿porqué? ¿qué pasaría si...?</li> </ul>	<p>Actitud negativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un sentirse como sujeto ajeno a la construcción del conocimiento.</li> <li>• Cierre de la comunicación, no hay posibilidad de decodificar el conocimiento.</li> </ul> <p>Actitud positiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El docente "explica bien".</li> </ul>
Conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación de la información.</li> <li>• La práctica hace posible que la información "se adentre".</li> <li>• Es algo que se adquiere.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber algo.</li> <li>• La práctica hace posible que la información se adquiera.</li> </ul>
Conocimiento del sentido común	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se adquiere por la experiencia cotidiana.</li> <li>• Es algo que no se impone.</li> <li>• Se obtiene por los sentidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil de adquirir.</li> <li>• No cuestiona la realidad.</li> <li>• Se adquiere por la experiencia.</li> </ul>
Conocimiento científico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es información, precisión, experimentación.</li> <li>• Con base a teorías y leyes ya demostradas.</li> <li>• Método para buscar la verdad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explica.</li> <li>• Requiere mucho saber y capacidad de relacionar.</li> <li>• Experimentación.</li> <li>• Se aprende en la escuela.</li> </ul>
Ciencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjunto de conocimientos.</li> <li>• Experimentación para lograr un fin.</li> <li>• Método.</li> <li>• Explica sin malas interpretaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es buscar.</li> <li>• Es la riqueza del hombre.</li> <li>• Método.</li> </ul>

Su sentir como científico en el laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No porque el método ya está dado.</li> <li>• No se experimenta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay capacidad de decisión, es seguir instrucciones.</li> <li>• No, porque no es inteligente.</li> <li>• No se experimenta la sensación de búsqueda.</li> </ul>
Su sentir como científico en teoría	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provoca que se razone.</li> <li>• Resolver problemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se provoca la imaginación.</li> <li>• Provoca experimentar.</li> <li>• No, sólo se resuelven problemas.</li> </ul>
Significado de aprender ciencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolver problemas, las definiciones las aporta el maestro.</li> <li>• No se plantean las hipótesis, ni teorías por el alumno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memorizar y resolver problemas de un texto.</li> <li>• No hay discusión conceptual.</li> <li>• Entender y razonar.</li> </ul>
Actitudes científicas percibidas en la maestra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No.</li> <li>• Sigue un esquema repetitivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No, sigue un esquema tradicional.</li> <li>• No se forman conceptos.</li> <li>• No se hacen propuestas metodológicas por el alumno.</li> </ul>
Actitudes científicas del maestro de teoría	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convincente.</li> <li>• Capacidad de predicción.</li> <li>• Exhorta a investigar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se advierte como un sujeto en proceso de aprendizaje continuo.</li> <li>• Explica muy bien.</li> </ul>

## **1.4 Discusión y conclusiones**

A través de la conversación el docente ejerce control sobre el tema y sobre la experiencia de los alumnos. Tal control es lo que se podría llamar enseñanza (Woods, 1987). El modelo encontrado sería el siguiente:

- ♦Determina, controla, organiza la experiencia de los alumnos.
- ♦Se traduce como una metástasis verbal docente por encima de cuánto, cuándo y qué pueden hablar los alumnos.
- ♦El tipo de conversación no posibilita una explícita negociación conceptual entre las ideas científicas y las no científicas.
- ♦En el contexto de la teoría el discurso se mantiene, de manera tendencial, a través de preguntas que demandan respuestas monosilábicas. Aunque como refieren los alumnos se utilizaron preguntas que desencadenaron el proceso de comprensión, aunque no rutinariamente, relacionando informaciones aisladas a partir de los ¿porqué?, ¿qué tal si...? tratando de conectar la información científica con fenómenos de la vida cotidiana.
- ♦En el contexto de laboratorio el alumno se reduce a seguir instrucciones. El método científico es visto como reproducción y no como producción, concretando una epistemología reduccionista.
- ♦Es lograr que se resuelva el mayor número de ejercicios de aplicación propuestos por un texto.
- ♦Es mediar entre los textos científicos y las mentes de los alumnos.
- ♦Es transmitir conceptos erróneos de acuerdo al saber científico sin merecer sanción, ni apelación.
- ♦Transmitir un discurso curricular que muestra un contenido dividido en teoría y práctica.
- ♦Se transmite como válida la participación verbal del alumno y se rechazan prácticas lingüísticas silenciosas.

Como señala Angel Díaz (1984), las formas de transmisión del conocimiento representan la posibilidad de articulación entre, el conocimiento como producción objetiva referido a un objeto de estudio específico que se rige por una lógica particular en su construcción y, el conocimiento como problema de aprendizaje, en tanto que estructuras que ya fueron producidas y requieren ser re-codificadas para ser apropiadas por el sujeto en proceso de aprendizaje.

La forma de articular el conocimiento científico y el conocimiento del alumno es una tarea que organiza el maestro y depende, posiblemente, de lo que él conciba como aprendizaje y lo traduzca a través de su enseñanza por medio del lenguaje. Así, la enseñanza puede ser experimentada en una gama de posibilidades dentro de un espectro situado entre dos extremos que representan dos concepciones de aprendizaje que implican procesos distintos en las estructuras del pensamiento: una, vista como consumo pasivo y, otra, como producción.

Por la tendencia que tienen los dos profesores estudiados en la forma de transmitir el conocimiento, se identifica una enseñanza tradicional debido a que en sus clases se privilegia el derecho conversacional del maestro. Siguiendo a Stubbs (1984) "La charla de los profesores a lo largo de estas clases se caracteriza por el modo en que el profesor explica constantemente cosas, corrige a sus alumnos, valora y redacta el lenguaje de éstos, resume la discusión y controla la dirección de la clase".

El lenguaje del maestro, en parte, permite controlar la experiencia de aprendizaje, cerrándola o abriéndola, a partir de tener el derecho a controlar los canales de comunicación, la cantidad de información, la relevancia de lo que se dice y cómo se dice, de establecer la normatividad de la relación de interacción.

De acuerdo con Goffman (1971) la actuación del docente es una fachada social institucionalizada en función de expectativas estereotipadas y significados producidos<sup>20</sup>, el rol del docente ha dado lugar a un tipo de enseñanza deseado socialmente.

Por otro lado, se aprecia un discurso curricular que muestra una física dividida en teoría y práctica, cuando en su forma acabada es un sistema de naturaleza práctica teórica en el que se procede transformando proposiciones de acuerdo a los filtros de validez científica. Halbwachs (1992) dice "Sólo sabemos operar estas transformaciones de forma completa y rigurosa operando sobre un sistema de nociones (o conceptos) definidos axiomáticamente; estas nociones son determinadas por las relaciones que introducimos en ellas bajo la forma de axiomas constitutivos y sin hacer referencia a ninguna noción exterior (por ejemplo experimental), sino a otro sistema de nociones ya axiomatizadas (las matemáticas)".

La experiencia de aprendizaje del alumno que se perfiló como comportamientos tendenciales, sería:

- ♦Una experiencia controlada por el docente. Se traduce como experiencia restringida porque el alumno carece de la posibilidad de crear y tomar sus propias decisiones en las actividades observadas.
- ♦Actitud de silencio. Una participación dirigida y reducida a contestar monosilábicamente las preguntas del maestro.
- ♦Ausencia de discusión entre los conocimientos previos del alumno y los conocimientos científicos presentados por el maestro. Sólo el saber del profesor es el válido.
- ♦Experiencia limitada a acatar instrucciones.

---

<sup>20</sup>Goffman (1971) señala que toda actuación es aquella actividad del individuo que se realiza en un período señalado por la presencia continua ante un auditorio particular sobre el que posee cierta influencia. Toda actuación es presentada a través de una fachada que, como dotación expresiva de signos sociales, tales como, el escenario donde ocurre la interacción, elementos personales (vestido, edad, pautas de lenguaje, expresiones faciales, gestos corporales) que funcionan a manera de estímulos para advertimos acerca del rol de interacción que el actuante puede desempeñar en alguna situación próxima.

♦Es entender y memorizar. Los alumnos participativos refieren una conexión entre el saber científico y el saber cotidiano mediada por valores epistémicos, mientras los no participativos se identifican más con el proceso de memorización.

♦Es re-codificar el discurso del maestro tanto en el contenido de conocimientos, como en las actitudes y comportamientos tácitos. El modelo del rol del maestro fue aprendido en su rol como alumno.

♦La conformación de una distancia social mediada por el diferente rol del maestro y del alumno. El rol del maestro implica mayor autoridad y saber, guardando una relación inversa respecto al rol del alumno. Por lo tanto, un sujeto aprende y otro sujeto enseña, el alumno sólo aprende y el profesor sólo enseña. Significa que el maestro impone reglas de participación y el alumno las acepta, siendo estos, roles específicos en el aula de enseñanza tradicional. Esta es una impresión de las observaciones, los dos maestros hacen un esfuerzo para imponer reglas de participación y, seguramente, la mayoría de los alumnos y la mayor parte del tiempo las aceptan; empero, es posible que maestros y alumnos -en momentos- rompan o jueguen con esas reglas de participación.

♦Aprendizaje individual. No hay interacción alumno-alumno.

♦Alternar etapas de disposición e indisposición cognitiva. El tipo de disposición no es una costante, dependen del tipo de preguntas ¿qué?, ¿porqué?, ¿qué tal si...?; de los "conectes" -tal como lo refirió el maestro de la teoría- entre informaciones, del papel que desempeña el alumno en la interacción discursiva y organización de su actividad, del tema. Los alumnos participativos declaran mayor tendencia a la disposición cognitiva, responden más a las preguntas, a diferencia de los no participativos que además acusan tener una baja autoestima.

En el contexto de laboratorio las perspectivas de la maestra respecto al papel científico que puede desempeñar el alumno fueron congruentes a las percibidas por ellos. Parece ser que las expectativas de la maestra concurren, seleccionando, organizando y valorando, las actitudes y comportamientos de los alumnos. De acuerdo a lo dicho por

ellos, su papel se limitó a: escuchar, responder monosilábicamente, interactuar entre sí para las actividades mecánicas, aprender que en el laboratorio el método es reproducción y seguir instrucciones. El contexto social se aprehendió como una dimensión donde los roles asumidos ofrecían mínimas posibilidades de cambiar tal esquema. El concepto de predicción no ha sido posibilitado por el tipo de experiencia organizada y controlada por la maestra.

El tipo de comportamientos propiciados parecen generar aprendizajes que niegan y dificultan el proceso de comprensión. Se estima que la comprensión es un proceso cognitivo que incluye actividades en que los alumnos participan resumiendo, argumentando, analizando, rebatiendo, aclarando; así como otros procesos tales como la definición de estrategias o reglas que deben imponer para lograr un conocimiento a partir del planteamiento de algún problema, exposición de hipótesis (a manera de ideas previas) y su correspondiente demostración.

Cuando el alumno plantea alguna hipótesis está expresando su propia cosmovisión o esquema conceptual que se organiza como respuesta a un determinado conflicto cognitivo. El alumno puede construir sus propias reglas y estrategias para conocer un objeto a partir de una discusión, de una argumentación y de un análisis de causa-efecto. El papel del maestro será el de vigilar tal proceso que debe ser acorde a la disciplina que enseña.

Sólo que el punto de vista de la maestra es que los alumnos no tienen capacidad para desempeñar un papel científico y, en correspondencia, el alumno siente que no actúa como científico y definen a su maestra como un sujeto sin rasgos científicos ya que su enseñanza la califican como tradicional, bajo un esquema repetitivo y fijo.

Sin embargo, en el contexto de la teoría el maestro sostiene que el alumno tiene la capacidad de establecer relaciones entre informaciones inconexas, que puede adquirir

habilidades de orden manual y de razonamiento, pero también aprende a partir de las actitudes del maestro. Esta concepción acerca del papel científico del alumno se traduce en la concreción de su práctica discursiva logrando procesos cognitivos que comprometen el proceso de comprensión y propiciando también procesos de memoria irreflexiva, para alumnos iluminados (participativos) y oscuros (no participativos) respectivamente.

En el contexto de la clase de la teoría, de manera correspondiente, los alumnos sí se sintieron científicos porque iniciaron procesos de razonamiento, de experimentación y de imaginación, no como procesos reproductivos, sino como procesos de construcción. El código verbal utilizado por el maestro provocó la imaginación, la cual juega un papel significativo en procesos creativos del individuo y funciona como un formato representacional decisivo en la comprensión y resolución de problemas.

Para los alumnos participativos, preferentemente, la información expuesta por el profesor adquirió sentido ya que se articuló con la estructura cognitiva del sujeto y con experiencias cercanas de su realidad cotidiana.

Cada alumno con sus propios formatos verbales, códigos, experiencias, emociones, expectativas y significados, mantiene una percepción respecto de la imagen científica del maestro y que es diferencial a la imagen que tiene de la maestra. El maestro se ve como un sujeto en continuo aprendizaje, convincente, con capacidad de predicción, que motiva a investigar. La interpretación es que a diferencia de la maestra de laboratorio, el maestro de teoría se involucró con sus alumnos con un elemento fundamental: el eros pedagógico.

Finalmente, con relación a la penetración de la racionalidad científica en el aula, Max Weber (1984) señala que "El progreso de la <intelectualización> y <racionalización>, no representa un ascendente conocimiento global de las condiciones generales de nuestra

vida. El significado es otro: representa el entendimiento de la creencia de que, en un momento dado, en el momento que se quiera, es posible llegar a saber, por consiguiente, que no existen poderes ocultos e imprevisibles alrededor de nuestra existencia; antes bien, de un modo opuesto, que todo está sujeto a ser dominado mediante el cálculo y la previsión. Con eso queda al descubierto, sencillamente, que lo mágico del mundo está excluído". Sin embargo, no habría que olvidar, la coexistencia de la racionalidad y la irracionalidad en el sujeto.

## **1.5 Formulación de la hipótesis**

Es probable que en un contexto de enseñanza tradicional los alumnos construyan significados de una cosmovisión de la física newtoniana si se aplican ciertas condiciones; tales como, las actitudes y los comportamientos científicos implicados en la evaluación de la teoría, la evidencia, la observación y los datos; a partir de un proceso que privilegie los interjuegos de lenguaje entre alumnos tanto al nivel de equipo como de grupo. Tal vez, se podría propiciar que los alumnos tuvieran una apertura más amplia en el campo de las explicaciones de carácter científico de los hechos físicos.

## Capítulo 2

### **2. EN EL AULA, FINALMENTE ¿SE CAMBIAN LAS COSMOVISIONES INGENUAS POR LAS CIENTIFICAS?**

#### **2.1 El cambio conceptual en el aprendizaje de la ciencia**

2.1.1 Es a través del aprendizaje en el aula que se puede adquirir una vasta cantidad de información proveniente de cualquier campo del conocimiento sólo que la adquisición y retención de un cuerpo de conocimiento implica la adquisición y retención de un cuerpo de significados que son producto de aprendizaje significativo.

2.1.1.1 Lograr un aprendizaje significativo en el aula requiere por parte del alumno una disposición cognitiva (Ausubel, 1991) hacia el material por aprender. La disposición cognitiva implica dos tipos de significados: significado lógico y significado psicológico. El primero, que es inherente al material de aprendizaje, resulta de la relación no arbitraria y sustancial que se establezca con las ideas pertinentes en la estructura cognoscitiva de un alumno en particular. El segundo precisa de una actitud hacia el aprendizaje por parte del alumno, una disposición para relacionar de manera no arbitraria y no literal el material por aprender con su estructura cognoscitiva. Si no se tienen ambos tipos de significados, resultará un aprendizaje mecánico carente de significado<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup>Independientemente del significado potencialmente lógico, si el alumno decide memorizarlo arbitraria y literalmente, se tendrá un aprendizaje mecánico. O, si el alumno está dispuesto psicológicamente y no existe un significado lógico, no podrá construir un nuevo significado.

2.1.1.1.1 La estructura cognoscitiva, también llamada esquema, se define como una representación organizada de las experiencias previas (Neisser, 1976). Son estructuras genéricas de conocimiento que el sujeto posee y que lo guían en las interpretaciones, inferencias, observaciones, así como también en los roles sociales, escenarios físicos, etc. El sujeto construye sus esquemas en su constante confrontación con el mundo que lo rodea y va incorporando nuevos conocimientos y experiencias a su esquema.

2.1.1.1.1.1 El lenguaje es un instrumento privilegiado para el desarrollo de la estructura cognoscitiva de los sujetos. Los trabajos de Vygotsky están basados en el concepto de que las más importantes actividades mentales resultan del desarrollo social del niño<sup>22</sup>. El lenguaje es el medio social del pensamiento. El proceso de desarrollo del pensamiento se determina por las herramientas lingüísticas y por la experiencia socio-cultural (Luria, 1982).

2.1.1.1.1.1.1 Si bien hay una predisposición genética respecto a la percepción y a la conducta, existen investigaciones que demuestran que las instrucciones verbales pueden modificar la percepción y la atención, la memoria y la imaginación, el pensamiento y la acción (Luria, 1982), lo cual significa, desde esta perspectiva, que no hay una predeterminación genética de manera absoluta.

---

<sup>22</sup>Gran parte de la investigación soviética en psicología cognitiva, entre ellos Vygotsky, ha encontrado que el niño en un inicio se vincula a la madre de manera directa y emocional, y luego a través del lenguaje; por este medio amplía su experiencia y sus modos de organizar sus actividades mentales. Cuando el niño adquiere la capacidad de hablar y nombra a los objetos activamente, organiza así sus actos de percepción y atención deliberada. El niño retiene las instrucciones verbales de la madre y va aprendiendo a formular así sus propios deseos e intenciones por medio de un lenguaje exterior y luego a través de un lenguaje interior, creando así formas superiores de memoria intencional y de actividad deliberada (Luria, 1982).

2.1.1.1.1.2 La estructura cognoscitiva es una realidad conceptualizada producto de los vínculos que el sujeto establece entre su ambiente social y físico y la dinámica interna del desarrollo del pensamiento. Es fundamentalmente el uso significativo de la palabra la causa psicológica del desarrollo de la estructura cognoscitiva. Los elementos fundamentales que conducen a la formación de un concepto son el material sensorio y la elaboración del material sensorio "Lo que los estudiantes oyen, tocan o huelen depende en parte de los conceptos que existen en sus mentes" (Novak y Gowin, 1988).

2.1.1.1.1.3 Vygotsky (1992) distingue varias fases en el proceso de desarrollo del pensamiento. Estas fases no se presentan secuencialmente en forma pura, coexisten en el tiempo y no son exclusivas de una etapa de la vida, puesto que en adulto también se presentan etapas primarias a pesar de haber logrado una nueva estructura, una nueva síntesis de las fases anteriores. En el adolescente se observa que las fases primitivas, complejos y preconceptos se sumergen gradualmente y se empiezan a formar los conceptos verdaderos, algunas fases pueden continuar operando y predominando en algunas áreas del pensamiento<sup>23</sup>. "El concepto emerge cuando los rasgos abstraídos son sintetizados de nuevo y la síntesis abstracta resultante se

---

<sup>23</sup>Vygotsky (1992) identifica una primera fase caracterizada por el sincretismo como una tendencia a compensar con una superabundancia de conexiones subjetivas la insuficiencia de relaciones objetivas. Una segunda fase, el pensamiento en complejos, une los objetos por vínculos subjetivos y por vínculos objetivos, sólo que existe una debilidad en la abstracción debido a una superabundancia y sobreproducción de conexiones. La palabra funciona como apellido para grupos de objetos concretos que están juntos en la realidad, sin que tengan una conexión lógica; el niño agrupa en un mismo conjunto los objetos con mayores similitudes, posteriormente, tales objetos serán agrupados sobre la base de un sólo atributo: solamente sobre los objetos redondos, o los chatos. El significado va evolucionando en la dirección señalada por la cultura. La tercera fase, de enlaces y relaciones, en ella, se unifican las impresiones dispersas y se organizan en grupos los elementos desunidos por la experiencia. Se une la síntesis con el análisis. Es el paso hacia la abstracción, se separan elementos de la totalidad con base a un solo atributo. Estas formaciones dan lugar a conceptos potenciales o preconceptos.

irá evolucionando en dirección de la cultura.

2.1.1.1.1.4 Las ideas previas sirven de anclaje a la nueva información. Sin embargo, la organización y grado de complejidad que caracteriza al esquema y su relación con el nivel de conocimiento, así como sus características particulares, facilitarán o no la articulación de esos conocimientos con dicho esquema. Este proceso da lugar a la comprensión y aprendizaje de conocimientos.

2.1.1.1.1.4.1 Como la estructura cognoscitiva tiende a estar organizada jerárquicamente con respecto al nivel de abstracción, generalidad e inclusividad, la adquisición de nuevos significados expresa de manera más frecuente una relación de subordinación del material por aprender con la estructura cognoscitiva (Titone, 1986). Puede ocurrir que el nuevo material guarde una relación supraordinada con la estructura cognoscitiva cuando abarque varias ideas ya establecidas, como sucede con el aprendizaje conceptual. Puede suceder que el maestro le presente al alumno un concepto y que este último no disponga un nivel de predicados disponibles, en este caso el alumno actúa por aproximación; por ejemplo, aplicando a ese nuevo concepto individual las propiedades correspondientes del concepto general. De esta manera, la información queda clasificada, pero el significado puede perderse o incluso ser erróneo (Titone, 1986). En este caso la evocación que haga el alumno puede no coincidir con la realizada por el profesor. Puede suceder también que la conexión entre dos conceptos que forman una proposición sea falsa y se tendrá entonces una concepción equivocada (Novak y Gowin, 1988).

2.1.1.1.1.5 La estructura cognoscitiva no es una entidad estática sino que se reorganiza constantemente. El significado de un concepto no es algo rígido y determinado, sino que crece y cambia en la medida en que se aprenden más cosas. A la luz de la teoría de Ausubel, Moreira apunta que la dinámica de la estructura cognoscitiva se caracteriza

por dos procesos básicos relacionados que ocurren en el transcurso del aprendizaje significativo: diferenciación progresiva y reconciliación integradora. Cuando nuevas informaciones son "subsumidas" por un cierto subsumidor, esas nuevas informaciones adquieren significado y el subsumidor se va modificando por la incorporación de significados adicionales. Este proceso lleva a una diferenciación progresiva del subsumidor. En el aparato supraordinado o combinatorio, mientras que una nueva información es adquirida, los elementos existentes de la estructura cognitiva se pueden reorganizar y adquirir nuevos significados produciéndose entonces la reconciliación integradora. Tiene lugar una reconciliación integradora cuando se reconoce que dos o más conceptos son relacionables en términos de nuevos significados proposicionales o cuando se resuelven conflictos de significado en los conceptos (Novak y Gowin, 1988).

2.1.1.1.5.1 El proceso de construcción del conocimiento empieza en el nacimiento y a los siete años aproximadamente el alumno llega a la escuela con una buena cantidad de modelos aprendidos en la vida cotidiana. En términos ausubelianos se puede decir que el niño posee una buena cantidad de subsumidores, más o menos diferenciados en su estructura cognoscitiva. Hoy se usan los términos de "concepción alternativa" y "preconcepción" para referirse a este tipo de conocimientos previos en el alumno<sup>24</sup>.

2.1.1.1.2 La disposición cognitiva implica la adecuación del equipo de procesamiento cognitivo ante un material por aprender. La disposición, en el sentido evolutivo del término, es una función de la madurez cognitiva general. Esta, a su vez, refleja diferencias de capacidad intelectual según niveles de edad o la etapa de desarrollo intelectual.

---

<sup>24</sup>Entre algunas concepciones alternativas construídas en la vida cotidiana del niño se identifica que para que el movimiento continúe es necesaria la presencia de una fuerza; por ejemplo, cuando el niño utiliza algún juguete al cual pone en movimiento.

2.1.1.2 A la luz de la teoría de Ausubel (1976), la prueba más importante del aprendizaje significativo es la capacidad de resolver problemas nuevos pertinentes. La capacidad de resolver problemas deriva de la diferenciación de la estructura cognoscitiva y eso es específico del concepto. Algunos conceptos generales comprenden amplias series de problemas, pero ordinariamente también se necesitan conceptos más específicos y subordinados para resolver un problema determinado. El aprendizaje significativo es función del desarrollo del concepto y de la reconciliación integradora de los conceptos.

2.1.1.2.1 De acuerdo al grado de evolución de un concepto y ante la tarea de dar respuesta a un nuevo problema, el adolescente es susceptible de enfrentar ciertas dificultades operatorias. Vygotsky (1992) ha identificado una discrepancia sorprendente entre su actitud para formar conceptos y la habilidad para definirlos. Esto demuestra que la evolución de un concepto y su uso en una situación concreta no es paralela a la elaboración verbal y consciente de la experiencia en términos lógicos. El análisis de la realidad con apoyo de los conceptos es anterior al análisis de los conceptos mismos. Otra de las dificultades que afronta es cuando trata de explicar un concepto que ha formado en una situación concreta a un nuevo establecimiento de objetos y circunstancias donde los atributos sintetizados se muestran en una configuración distinta a la original<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup>Vygotsky (1992) señala que a cualquier edad un concepto formulado en una palabra representa un acto de generalización. El significado de la palabra evoluciona en la medida en que la generalización se hace más avanzada. Este proceso presupone la evolución de las funciones intelectuales de atención deliberada, memoria lógica, abstracción, comparación, diferenciación. "Un concepto puede estar sujeto a control consciente y deliberado sólo cuando es parte de un sistema. Si conciencia significa generalización, la generalización a su vez significa la formación de un concepto sobreordenado que incluye el concepto dado como un caso particular. De este modo, el concepto se ubica dentro de un sistema de relaciones de generalidad" Esto es válido para los conceptos espontáneos (ideas del niño sobre la realidad formadas a partir de sus propios esfuerzos mentales) y los científicos (objeto de instrucción escolar).

2.1.1.3 El aprendizaje cognoscitivo siempre va acompañado de una forma de respuesta afectiva, la motivación es un aspecto que influye positivamente sobre el aprendizaje significativo (Rogers,1978) . El alumno requiere conservar una autoimagen adecuada a sus propios principios<sup>26</sup>.

2.1.2 Un objetivo fundamental de la enseñanza de las ciencias es presentar nuevos esquemas de comprensión en el sentido de lograr un cambio conceptual; es decir, la construcción de significados científicos que desplace a las concepciones no científicas.

2.1.2.1 ¿Se puede dar el cambio conceptual? La dificultad en el cambio conceptual radica en la estabilidad que tienen las preconcepciones, como conocimiento experiencial del pensamiento de la vida cotidiana. Es menester reconocer que las preconcepciones son producto de aprendizaje significativo. Es decir, son ideas que tienen significado para el alumno; fueron adquiridas por interacción con aspectos particulares de su estructura cognoscitiva, fueron almacenados de manera no arbitraria y no literal. Significativo tiene que ver con significado y no con científicamente correcto (Moreira, 1986).

2.1.2.2 Un enfoque de cambio conceptual debe considerar tanto las características estructurales como las evolutivas de los alumnos. Desde una perspectiva estructural, las teorías científicas y los esquemas cognitivos tienen mucho en común. Se puede pensar a las teorías como compuestas de hechos, principios, enunciados legaliformes cohesionados por las prácticas metodológicas y axiológicas aceptadas. Los esquemas cognitivos también pueden pensarse como una construcción de conceptos y

---

<sup>26</sup>Rogers (1978) sostiene que "Los aprendizajes que amenazan el sí mismo se perciben y asimilan con mayor facilidad si las amenazas externas son reducidas". Esto es, si se provee de un contexto afectivo favorable a un alumno que presenta dificultades en desarrollar alguna habilidad será más factible de superar.

enunciados proposicionales gobernados por reglas y valores que guían su síntesis (Carey, 1986).

2.1.2.2.1 Un asunto básico en la aplicación de la epistemología en la enseñanza de la ciencia, es la descripción de los mecanismos del cambio en la estructura de las teorías o en la estructura de los esquemas conceptuales y cómo, cada uno, se relaciona con el desarrollo del conocimiento. Algunos estudios en este sentido, (Kuhn, 1971; Stricke & Posner, 1985), sugieren que los marcos epistemológicos de los alumnos constituyen un factor que afecta los cambios en la representación del conocimiento. A nivel del aula, se traduce en lo que los alumnos consideran como evidencia a favor o en contra de una explicación científica emergente.

2.1.2.2.2 Se ha demostrado que el conocimiento científico se basa en las particularidades de un dominio específico. De modo que el conocimiento de dominio relacionado con los principios, leyes, teorías y generalizaciones de la ciencia, debe enseñarse junto con el conocimiento procedimental, genérico y estratégico del dominio en cuestión. Si se desea producir un cambio conceptual, ante todo cuando se presenta un dato anómalo, debemos enseñar el conocimiento procedimental implicado en la evaluación de la teoría, la evidencia, observación y datos. Dentro del contexto de desarrollo científico normal será suficiente una reestructuración de fina sintonización y ajuste de relaciones conceptuales.

2.1.2.2.2.1 Comprender cómo los alumnos de ciencias responden a los datos anómalos es esencial para entender la adquisición del conocimiento científico en las aulas. Es decir, cuál es la respuesta del alumno cuando su concepción del mundo físico entra en contradicción con la información científica que se les presenta, es una tarea que el maestro debe considerar.

2.1.2.2.2 En la historia de la ciencia, el enfrentamiento de datos anómalos ha desempeñado un papel fundamental en las revoluciones científicas. Se supone que es necesario presentar datos persuasivos para convencer a los estudiantes que abandonen sus teorías intuitivas bien arraigadas. Sin embargo el uso de datos anómalos no es una panacea, ya que generalmente, el alumno rechaza la anomalía y conserva su teoría.

2.1.2.2.3 Una forma idealizada de conceptualizar la ocurrencia de datos anómalos sería:

-Un individuo en el presente tiene una teoría A.

-este individuo percibe datos anómalos que no puede explicar con su teoría A.

-estos datos son anómalos porque su teoría o bien no explica los datos, o los datos se conflictúan con su teoría A.

-los datos anómalos pueden o no estar acompañados de una teoría B, que pretende explicar mucho del cuerpo de datos que explica la teoría A más los anómalos.

2.1.2.2.4 Chin y Brewer (1993) postulan siete formas diferentes de respuestas ante datos anómalos, de las cuales sólo en una se aceptan los datos y se cambia la teoría inicial. En las seis respuestas restantes se implica el rechazo de los datos para mantener la teoría previa a la instrucción:

a) Ignorar los datos anómalos.

b) Rechazar los datos anómalos.

c) Excluir los datos anómalos del dominio de la teoría A.

d) Mantener en suspenso los datos anómalos.

e) Reinterpretar los datos anómalos, manteniendo la teoría A.

f) Reinterpretar los datos anómalos, haciendo cambios periféricos a la teoría A, y

g) Aceptar los datos anómalos y abandonar la teoría A, en favor de la teoría B.

2.1.2.2.4.1 Se revisará cada forma de respuesta apoyándose en ejemplos de la historia de la ciencia y en evidencia experimental de la ciencia cognitiva y de la enseñanza de la ciencia. Se apela a la historia por cuatro razones:

1. La historia y la filosofía de la ciencia han sido una fuente fructífera de ideas y evidencia para la enseñanza de la ciencia.
2. Los ejemplos de la historia de la ciencia, son particularmente apropiados.
3. Una clasificación que se proponga dar cuenta de cómo responde la gente ante datos anómalos, acerca del mundo físico, debe hacer posible la explicación tanto de las respuestas de los científicos, como de los legos.
4. Permite ilustrar semejanzas entre científicos y legos. Cuando se yuxtaponen los ejemplos de la historia de la ciencia y los de la psicología cognitiva, se hace más claro que los estudiantes que aprenden ciencia, usualmente, responden esencialmente en forma similar a la de los científicos.

2.1.2.2.4.2 Chinn y Brewer (1993) realizaron un análisis de las posibles respuestas de datos anómalos entre científicos que se consideran a continuación.

a) Ignorar los datos anómalos. Cuando un individuo ignora los datos, simplemente no tiene porque explicarlos. Su teoría A se conserva. En la historia de la ciencia, no es difícil encontrar que los científicos hayan ignorado datos anómalos; por ejemplo, la superconductividad.

b) Rechazo de datos anómalos. Aquí el individuo no acepta los datos. Se conserva la teoría A. Es frecuente observar críticas metodológicas o teóricas, se dan expresiones tales como "debe haber algún error en su experimento". Se argumenta, también, que los datos son productos de azar. Los datos de Copérnico, se rechazaron porque contradecía la cosmovisión de Aristóteles, argumentando que el error se debía a su telescopio.

c) Exclusión de los datos anómalos. Al excluir el dato anómalo de la teoría, el individuo no tiene porqué hacer un juicio de la validez de los datos y no cambia su teoría.

d) Mantener los datos en suspenso. Deja abierta la posibilidad de que la teoría pueda dar cuenta de los datos anómalos. Como el tratamiento que dieron los científicos newtonianos a la órbita de mercurio, hasta finales de 1800.

e) Reinterpretación de los datos anómalos. Los soportes de las teorías A y B pueden concordar en algún nivel, respecto a los datos, pero al nivel teórico generan diferentes interpretaciones de los datos. No se requiere cambiar la teoría A. La historia demuestra esta respuesta en el caso de los hallazgos de Alvarez sobre el elemento químico indio del cretáceo.

f) Cambios periféricos de la teoría. Desde la perspectiva lakatosiana se han distinguido entre dos tipos de proposiciones dentro de una teoría: proposiciones de núcleo duro y las del cinturón protector. Es posible que el individuo haga alguna modificación a su teoría A, pero no la rechaza. Tal como ocurrió con las primeras observaciones a través del telescopio de Galileo, que generaron cambios periféricos de la teoría. Entre las hipótesis centrales de los opositores de Galileo, era que los cuerpos celestes eran esferas perfectas. A pesar de observar montañas en la luna, se argumentó que se encontraban empotradas en una esfera de cristal perfecta.

g) Cambio de teoría. Ante una información contradictoria el individuo acepta los nuevos datos y los explica haciendo cambios de sus creencias centrales de su teoría A o acepta la teoría B. Tal es el caso de la revolución científica en la química originada por Lavoisier.

2.1.2.2.2.4.3 Las respuestas ante los datos anómalos implican una tarea de coordinación entre teorías y datos. Hay tres tipos de decisiones que el individuo tiene que hacer para coordinar los nuevos datos anómalos a una teoría existente:

1. Si el individuo acepta o no los datos como válidos.
2. Si el individuo puede proporcionar una explicación del porqué acepta o no los datos como válidos, y
3. Si el individuo cambia o no su teoría previa.

2.1.2.2.2.4.4 En el contexto escolar, si los maestros van a usar datos anómalos para provocar un cambio de teoría, deben entender los factores que interactúan para determinar cómo responderán los alumnos ante esos datos.

¿Qué causa que un estudiante rechace los datos, en lugar de cambiar su teoría?

¿Porqué los alumnos sólo hacen cambios periféricos a su teoría previa?

¿Cuáles son las condiciones que hacen probable que un estudiante responda para preservar su teoría y más probable el cambio de teoría?

2.1.2.2.2.4.5 Se consideran los siguientes factores que interactúan y determinan las respuestas de los estudiantes ante datos anómalos:

- a) el conocimiento previo de la persona.
- b) la existencia de una teoría alternativa.
- c) la presencia de datos anómalos, y
- d) las estrategias de procedimiento que orientan la evaluación de los datos anómalos.

2.1.2.2.2.4.6 Factores sobre el cómo responde la gente frente a datos anómalos:

1. El atrincheramiento de la teoría previa.
2. Creencias ontológicas.
3. Compromisos epistemológicos.
4. Contexto del conocimiento.
5. Características de la nueva teoría: disponibilidad y calidad de la nueva teoría.
6. Características de los datos anómalos: credibilidad, ambigüedad y multiplicidad.

2.1.2.2.2.4.6.1 El atrincheramiento de la nueva teoría. Son teorías conectadas a una red de otras creencias, son creencias profundamente arraigadas. Una creencia profundamente arraigada es una teoría significativa, es decir, con un significado

experiencial y vinculado a otros preconceptos, capaces de participar en un rango de explicaciones en varios dominios. Entre los fumadores, la creencia de que fumar no dañará su salud, está muy arraigada en una red de otras creencias altamente incompatibles con la meta de dejar fumar. Los fumadores con estas creencias, ante los datos anómalos, pretenderán ignorarlos, rechazarlos excluirlos o mantenerlos en suspenso o reinterpretarlos, sólo cuando los datos anómalos sean rotundamente convincentes abandonará su teoría.

2.1.2.2.2.4.7 Creencias ontológicas. Son creencias acerca de las propiedades del mundo que se utilizan como soporte de ideas transdominios o subdominios, que son muy remotas a la experiencia y muy remotas de cambiar. Creencias de este tipo son la fuerza es algo interno de los objetos en movimiento, el tiempo transcurre a una tasa constante independientemente del movimiento relativo, el calor es algo material, creencias que dificultan aceptar las ideas científicas.

2.1.2.2.2.4.8 Compromisos epistemológicos. Son creencias acerca de lo que es el conocimiento científico y de lo que se considera como una buena teoría científica. Gran parte de los estudiantes piensan que aprender ciencia significa memorizar hechos y que la ciencia no se aplica al mundo de la vida diaria. También hay quienes creen que el conocimiento científico es una copia fiel de la naturaleza, en lugar de un proceso de construcción de teorías para explicar las observaciones empíricas. Los alumnos deben entender que la ciencia es más un proceso de descubrimiento, que un cuerpo estático de conocimientos y que nada hay de malo cambiar una teoría, deben entender que la controversia forma parte de la ciencia, lo que genera debate entre teorías alternativas. Reif y Larkin (1991) sostienen que los alumnos deben entender que la ciencia demanda una consistencia más rigurosa, que la requerida por una teorización más mundana.

2.1.2.2.3 El contexto del conocimiento de un individuo es el conocimiento científico previo que el individuo asume como válido, pero distinto a la teoría en evaluación. Cuando el astrónomo asume como válido el conocimiento matemático. Este conocimiento, ante datos anómalos, puede conducir al individuo a rechazar, reinterpretar, aceptar, cambiar de teoría, hacer cambios periféricos en la teoría A.

Respecto a la disponibilidad de una teoría alternativa es importante, porque no se abandona una teoría, a menos que haya otra disponible y plausible. Según Kuhn la calidad de una buena teoría está relacionada con:

1. Precisión, es consistente con los datos conocidos de su dominio.
2. Explica un amplio panorama de datos.
3. Es internamente consistente, así como con otras teorías científicas aceptadas.
4. Es sencilla, porque establece un orden entre fenómenos aparentemente aislados.
5. Es fructífera, porque genera nuevas aportaciones a partir de la investigación.

La paradoja de la enseñanza de las ciencias es que su meta es aportar esquemas que sustituyan a los esquemas preexistentes y que difieren de las teorías científicas por enseñar. La solución de esta paradoja es uno de los objetivos de las ciencias cognitivas sobre el cambio conceptual. Un concepto fundamental, debe ser la comprensión, que significa la relación de la nueva información con un esquema mentalmente representado, para integrarla al conocimiento preexistente.

Para comprender un texto o lenguaje hablado, uno tiene que relacionarlo a un esquema de comprensión del mundo. Un objetivo fundamental de la enseñanza de las ciencias es proporcionar nuevos esquemas de comprensión. Cuando los estudiantes asisten a clases ya poseen concepciones acerca de lo que el maestro pretende enseñar. Las concepciones de los estudiantes acerca de una ley, principio o regla difieren de las del maestro o de las que expone el libro de texto. Esta discrepancia se presenta durante el proceso de enseñanza y las concepciones de los estudiantes no se derivan de las

propiedades o "leyes generales" del aprendizaje, ni de la lógica de la asignatura que imparte el maestro o el libro de texto, sino que se derivan de las formas en las que los estudiantes elaboran o construyen los significados del contenido de aprendizaje.

## **2.2 Evaluación de cambio conceptual**

### **2.2.1 Descripción**

La investigación se realizó en 93 estudiantes de los cuales 52 son de sexo femenino y 48 del masculino, los cuales conforman 2 grupos del quinto semestre del bachillerato. El primer grupo llamado "A" de 45 integrantes, son 23 del sexo femenino y 22 del masculino. El segundo grupo llamado "B" de 48 integrantes, son 29 del sexo femenino y 19 del masculino. Ambos grupos de estudiantes tienen una edad promedio de 17 años. El bachillerato es de la Universidad Autónoma de Querétaro.

### **2.2.2 Acceso**

Se solicitó permiso al grupo que fue objeto de observación etnográfica, grupo A, para aplicar el instrumento de medición de cambio conceptual, hecho que tuvo lugar en el mes de diciembre de 1996 fecha en que el grupo había concluido la revisión del programa de física I que contempla el contenido a evaluar. Al grupo B en el mismo plantel del bachillerato y con otro maestro, impartiendo él mismo la parte teórica y la de laboratorio de física I, se le solicitó que tomara en consideración algunos criterios didácticos, al curso que iniciaba en agosto de 1997 y terminaba en diciembre del mismo año; en diciembre se aplicó el instrumento de medición.

Los criterios propuestos fueron los siguientes:

1. En el laboratorio debería de hacer un sondeo de los conocimientos previos de los estudiantes con relación a la temática a tratar y de acuerdo a ello elaborar un problema a partir del cual cada equipo (conformado por 5 ó 6 estudiantes) debería

discutir una hipótesis y una estrategia metodológica, proceso que debería exponerse ante el resto del grupo con la finalidad de hacer ajustes merced a las recomendaciones que se hicieran por parte del grupo y del maestro. A continuación, pasarían a la fase experimental y analizarían los resultados a la luz de sus hipótesis y, de nuevo se comentaría ante el grupo con el propósito de conceptualizar su propia experiencia y de intercambiar observaciones de los demás equipos. Las discusiones finales se contrastarían con las teorías científicas, si no fueran concordantes, el equipo debería seguir trabajando el dato anómalo hasta lograr el máximo acercamiento a la teoría científica.

2. En la teoría debería lograr espacio de discusión entre los alumnos, para lo cual:
  - a) Debería dejar lecturas de tarea y en el aula conformar equipos para discutir la tarea en función de preguntas de nivel conceptual. Las respuestas serían comentadas después ante el resto del grupo con lo cual se propiciaría una conducta interactiva.
  - b) Trabajarían otras dinámicas tales como la realización de obras de teatro, análisis de películas, etc. que considerara pertinentes a la participación grupal.
  - c) Al final del curso se aplicaría a este grupo B el mismo instrumento de evaluación conceptual.

### **2.2.3 Procedimiento**

Al grupo A se le aplicó el instrumento de evaluación de cambio conceptual que consistía en resolver un problema referido a la primera ley del movimiento de Newton. Se anexa formato (anexo 5). Se procedió a revisar y a cuantificar resultados. Se revisaron las conclusiones derivadas de la observación de los datos alojados.

Al grupo B se le aplicaron en el laboratorio 5 problemas en los que por equipo de 5 a 6 alumnos tuvieron que: emitir una hipótesis, diseñar una estrategia experimental, discutir

ante el resto del grupo estos dos puntos y considerar los comentarios respecto a los ajustes que tuvieran que realizar.

En otra fase desarrollaron su experimentación, observación de datos y derivación de conclusiones en comparación con su hipótesis inicial.

El siguiente paso consistió en exponer resultados y abrir la discusión grupal. Cuando las conclusiones derivadas mostraban algún dato anómalo, debieron emitir una nueva hipótesis e iniciar de nuevo el proceso descrito. Al terminar la exposición de los resultados de todos los equipos, la teoría científica se fue perfilando de tal modo que el docente finalmente enfatizó en ella con el propósito de llegar a una negociación y comprensión de los significados científicamente correctos. Este tipo de proceso se verificó durante todo el semestre.

Al grupo B se le aplicó, al concluir el curso de mecánica, el mismo instrumento de medición de cambio conceptual que se aplicó al grupo A, del cual se procedió al análisis, discusión y derivación de conclusiones comparando a la vez con los resultados arrojados por el grupo A.

#### **2.2.4 Criterio de evaluación de las respuestas a partir del instrumento de medición de cambio conceptual**

Para evaluar el tipo de articulación conceptual entre fuerza y movimiento alcanzado por los estudiantes, se diseñó una pregunta cuya solución requería que los estudiantes aplicaran lo recién visto en su clase de física sobre la primera ley de Newton, y que lo indicaran en el problema planteado. La primera ley del movimiento de Newton dice: "Todo cuerpo permanece en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme a menos que una fuerza cambie ese estado del movimiento" (Hewitt, 1995). La pregunta fue la siguiente:

**Manuel le da una patada a una caja de refrescos y esta se desliza por un plano horizontal. Dibuja el diagrama de fuerzas que intervienen cuando:**

- a) *Se inicia el movimiento.*
- b) *A la mitad de su recorrido.*
- c) *Cuando cesa el movimiento.*

Para evaluar como positivo el cambio conceptual deberán de responder de manera correcta los tres casos planteados. Serán respuestas correctas (despreciando las fuerzas verticales) los siguientes diagramas:



La interpretación de acuerdo a esos diagramas sería la siguiente:

- La patada de Manuel representa una fuerza que inicia el movimiento y de manera simultánea aparece, en dirección contraria, la fuerza de rozamiento (la fuerza de rozamiento se presenta entre las superficies en contacto y en movimiento).
- Una vez iniciado el movimiento, la única fuerza presente es la de rozamiento, de tal forma que su acción será detener finalmente el movimiento, si no existiera la fuerza de fricción o rozamiento, el objeto debería continuar moviéndose indefinidamente, tal como lo plantea Newton.
- Al dejar de moverse desaparece la fuerza de fricción.

La hipótesis del trabajo sugiere que posiblemente deben tenerse más casos positivos de cambio conceptual en una enseñanza del conocimiento procedimental implicado en la evaluación de la teoría, la evidencia, la observación y los datos a partir de un intercambio de lenguaje entre los alumnos, que en una enseñanza tradicional en la que privilegia el discurso del profesor.

## 2.5 Análisis de datos

Se revisaron las respuestas de los tres casos: cuando la caja es empujada y se inicia el movimiento; cuando se halla a la mitad de su recorrido y cuando, finalmente se detiene. Para cada grupo A y B se hizo una estadística, determinando el porcentaje de respuestas genuinas y el porcentaje de respuestas del sentido común, así como el porcentaje de los casos que quedaron sin respuesta y, aquellas respuestas clasificadas como casos indiferenciados. Los resultados aparecen en las tablas I, II y III.

BLA I: Comparación de la descripción del fenómeno del movimiento entre dos grupos de estudiantes del bachillerato: caso a) Cuando se inicia el movimiento.

RESPUESTAS	GRUPO A (porcentaje de alumnos)	GRUPO B (porcentaje de alumnos)
Fuerza en dirección del movimiento y fuerza de fricción. Correcto.	16	15
Fuerza en dirección del movimiento. Incorrecto.	40	83
Sin respuesta. Incorrecto.	44	2

BLA II: Comparación de la descripción del fenómeno movimiento entre dos grupos de estudiantes: caso b) A la mitad de su recorrido.

RESPUESTAS	GRUPO A (porcentaje de alumnos)	GRUPO B (porcentaje de alumnos)
Fuerza de fricción. Correcto.	4	6
Fuerza en dirección del movimiento. Incorrecto.	16	61
Fuerza de fricción y fuerza en dirección del movimiento. Incorrecto.	29	27
Sin respuesta. Incorrecto.	51	6

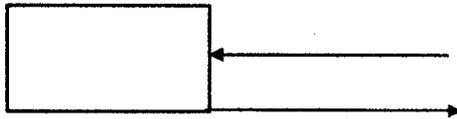
*TABLA III: Comparación de la descripción del fenómeno del movimiento entre dos grupos de estudiantes: caso c) Cuando cesa el movimiento.*

RESPUESTAS	GRUPO A (porcentaje de alumnos)	GRUPO B (porcentaje de alumnos)
1. Ninguna fuerza. Correcto	38	34
2. Dos fuerzas horizontales y opuestas. Incorrecto.	4	31
3. Fuerza en dirección del movimiento. Incorrecto.	11	8
4. Fuerza de fricción. Incorrecto.	7	21
5. Sin respuesta. Incorrecto.	40	6

Las tablas I, II y III muestran el comparativo de los porcentajes de respuestas para los dos grupos, a partir de los cuales se elaboró el subsiguiente análisis entre los tipos de respuesta:

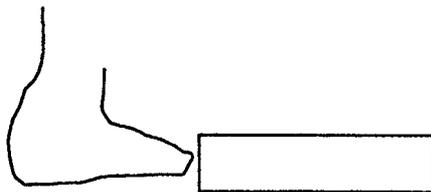
En las respuestas de los estudiantes para el primer caso "a", Tabla I, cuando la caja se empuja y se inicia el movimiento, no hay una diferencia significativa en el porcentaje de respuestas genuinas o científicamente correctas entre los dos grupos. Este porcentaje muestra una tendencia mínima comparada con el alto porcentaje de respuestas erróneas para los dos grupos y de incapacidad de respuesta para el grupo A. Después de cursar la materia sería de esperarse un mayor número de casos positivos para las respuestas científicas.

Sin embargo, en el grupo A, de enseñanza más tradicional se observa un 20 % de casos indiferenciados, este fenómeno se identifica como "comprensión sincrética". A continuación se muestra un esquema típico.



El esquema representa la respuesta proporcionada indistintamente para los casos "cuando el móvil inicia el movimiento" y "cuando se encuentra a la mitad"

Se observó también que tanto en el grupo A como en el B la dificultad para simbolizar el vector fuerza y fue típico que para el primer caso dibujaran un pie indicando la fuerza que inicia el movimiento. Por lo cual se cree que tienen dificultad de abstracción simbólica.



En la figura 1 se muestra la gráfica comparando el porcentaje de los alumnos de ambos grupos y el tipo de respuesta proporcionada. Obsérvese que en la respuesta 2 tipificada como respuesta ingenua o de sentido común, el alumno está considerando un ambiente físico no acelerado, es decir, libre de fricción. Se considera que esta es una de las dificultades operatorias más importantes que el alumno debe resolver para transitar de una comprensión ingenua a una científica.

**COMPARACION ENTRE DOS GRUPOS EN RELACION A LA REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LAS FUERZAS HORIZONTALES QUE INTERVIENEN CUANDO : a) INICIA EL MOVIMIENTO**

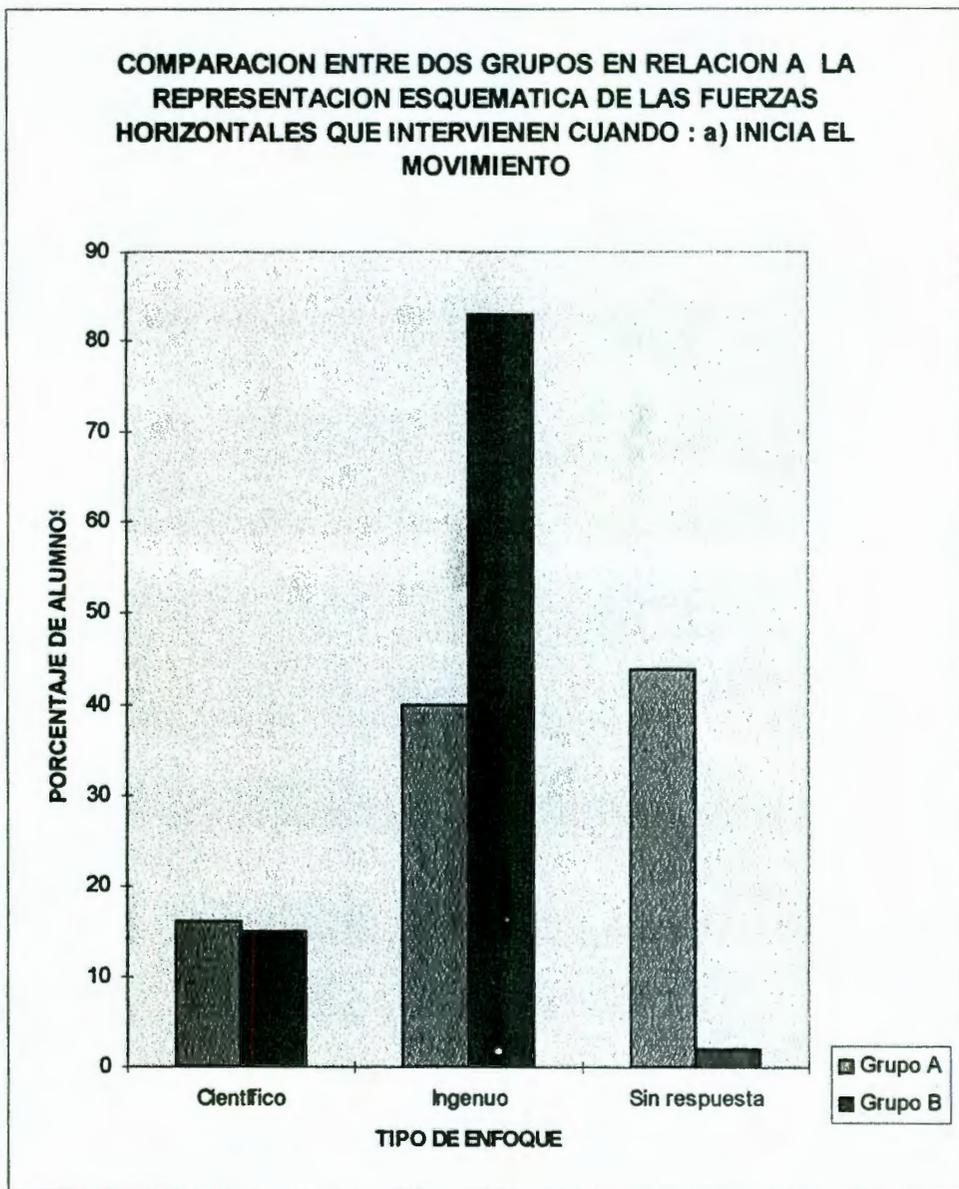


Figura 1.

Para el caso "b", la caja a la mitad de su recorrido, Tabla II, se observa una similitud porcentual en la respuesta de comprensión disciplinaria en una tendencia mínima positiva para ambos grupos. Hay un alto porcentaje de concepción errónea en la respuesta clasificada como dos para el grupo B a pesar de que las observaciones de las dinámicas de grupo indicaban que habían contrastado su hipótesis errónea con la científica apoyándose en la experiencia física y verbal (Durante 4 ó 5 sesiones se formaron equipos de alumnos con el propósito de discutir problemas similares, tales como el deslizamiento de una pelota u otros objetos en superficies de diferente naturaleza -ásperas y lisas- ocasionando un distinto grado de fricción, en estas sesiones se pudo observar que los alumnos aceptaban de buena convicción la cosmovisión de Newton), además de haber utilizado una película de las leyes de Newton como apoyo didáctico. Sólo que, no fue suficiente para cambiar su comprensión del sentido común.

En la figura 2 se muestra la gráfica de la comparación entre los dos grupos de alumnos con relación a la representación esquemática de las fuerzas que intervienen cuando el objeto se encuentra a la mitad de su recorrido y en ella se observa que tanto para el grupo A como para el B en un 16 y 61 % respectivamente se presenta la consideración de un ambiente no acelerado, es decir, sin fuerzas de fricción. En esta misma figura se registra un porcentaje bastante similar en la respuesta 3, la representación de un ambiente físico acelerado, con fuerza de fricción, sólo que también se registra la fuerza en dirección del movimiento que de acuerdo a Lakatos, el individuo hace una modificación a su teoría ingenua, sin llegar a rechazarla.

**COMPARACION ENTRE DOS GRUPOS DE ALUMNOS EN  
RELACION A LA REPRESENTACION ESQUEMATICA DE  
LAS FUERZAS HORIZONTALES QUE INTERVIENEN  
CUANDO EL MOVIL SE ENCUENTRA : b) A LA MITAD DE  
SU RECORRIDO.**

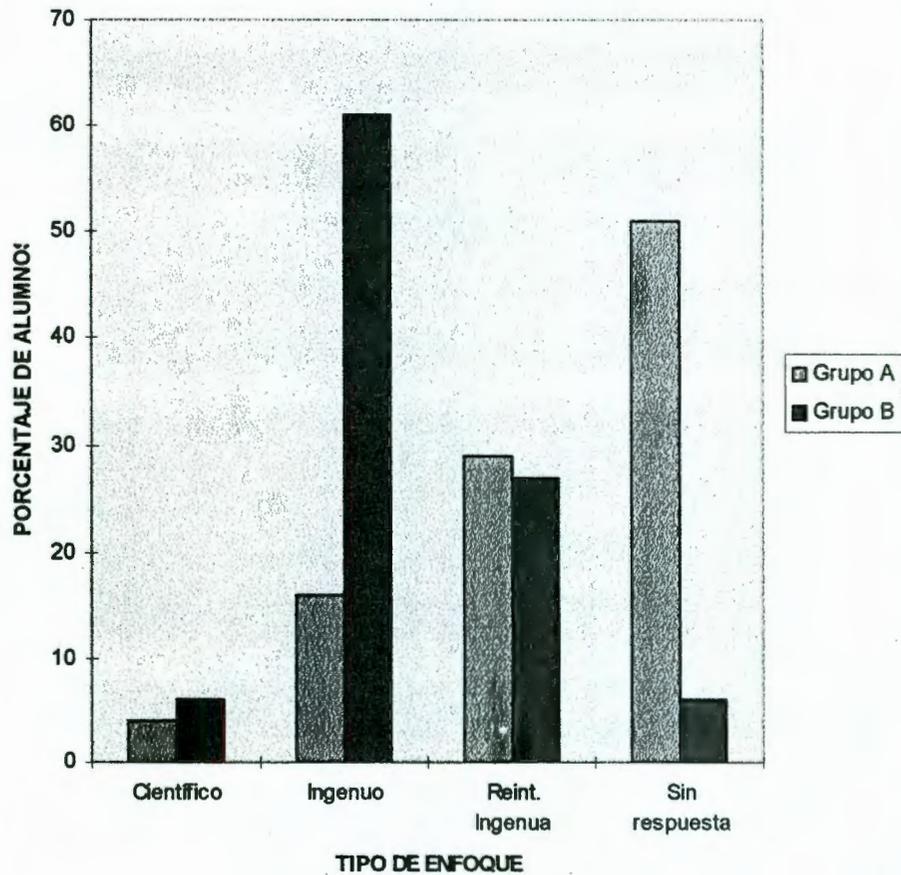


Figura 2

Algunos casos típicos en este grupo mostraban un esquema como el que se indica a continuación y que también se identifica como fase de "comprensión sincrética" ya que presenta elementos de una teoría distorsionada y una genuina. La flecha punteada se interpreta como un traslape entre las dos teorías.



En el grupo A se observa un alto porcentaje de incapacidad de responder al problema planteado, lo cual puede estar indicando la ausencia de un esquema conceptual en dichos alumnos.

En el caso "c", cuando el objeto se detiene, tabla III, se observa una similitud en el porcentaje de la respuesta clasificada como 1, que indica como positivo a la comprensión disciplinaria para ambos grupos. Se aprecia un mayor porcentaje de casos sin respuesta para el grupo A, a diferencia del grupo B que aporta, en lugar de ello, un alto porcentaje de comprensión distorsionada como se muestra en la tabla III.

La figura 3 muestra la comparación entre los dos grupos de alumnos con relación a la representación esquemática de las fuerzas horizontales que intervienen cuando termina el movimiento donde se registra la respuesta 2 como la conservación de la fuerza en dirección del movimiento y la fuerza de fricción como otra dificultad operatoria para cambiar de paradigma. Para estos alumnos no queda claro que la fricción desaparece cuando se detiene el objeto. De manera similar, en la respuesta 4 se observa un cambio periférico en la teoría ingenua al conservar la fuerza de fricción.

**COMPARACION ENTRE DOS GRUPOS DE ALUMNOS EN  
RELACION AL TIPO DE REPRESENTACION ESQUEMATICA  
DE LAS FUERZAS HORIZONTALES QUE INTERVIENEN  
CUANDO: c) CESA EL MOVIMIENTO**

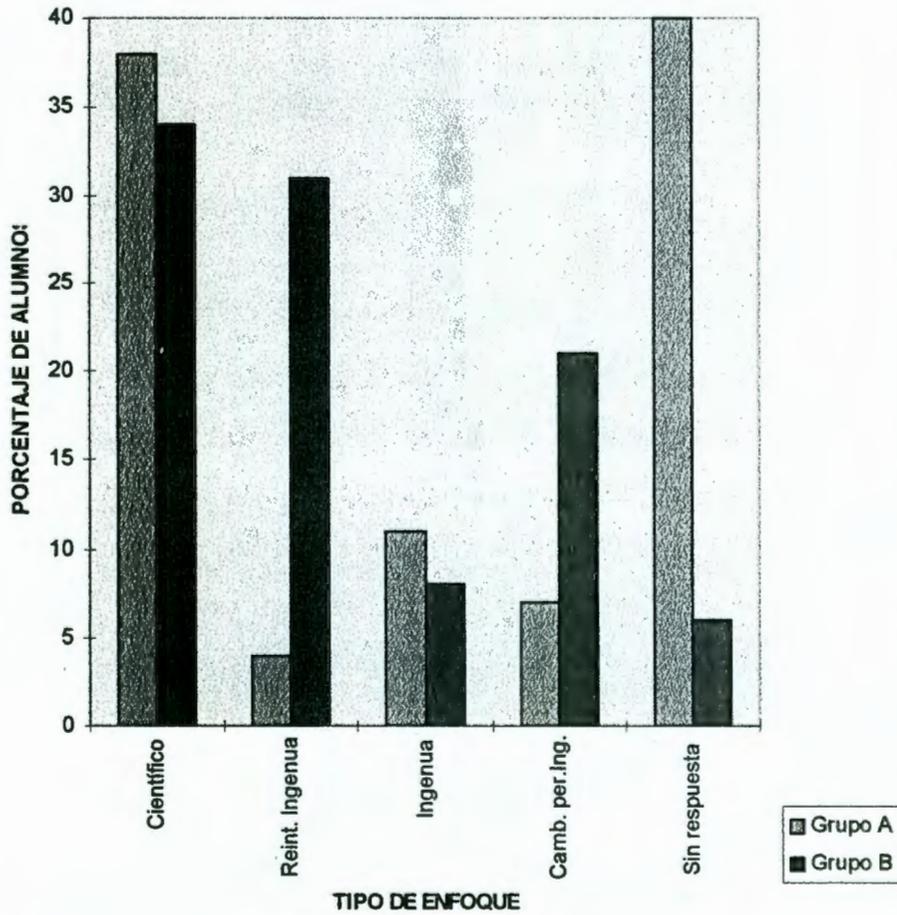


Figura 3

En la figura 4 se muestra una comparación entre los dos grupos con relación al dramático cambio conceptual, resultados que prácticamente son iguales y corresponde a aquellos estudiantes que acertaron científicamente en los tres casos de las fuerzas esquemáticas del móvil.

**COMPARACION ENTRE DOS GRUPOS DE ALUMNOS EN  
RELACION AL TIPO DE ENFOQUE GENUINO EN LA  
DESCRIPCION DEL FENOMENO DEL MOVIMIENTO  
ARTICULANDO EL CONCEPTO DE FUERZA**

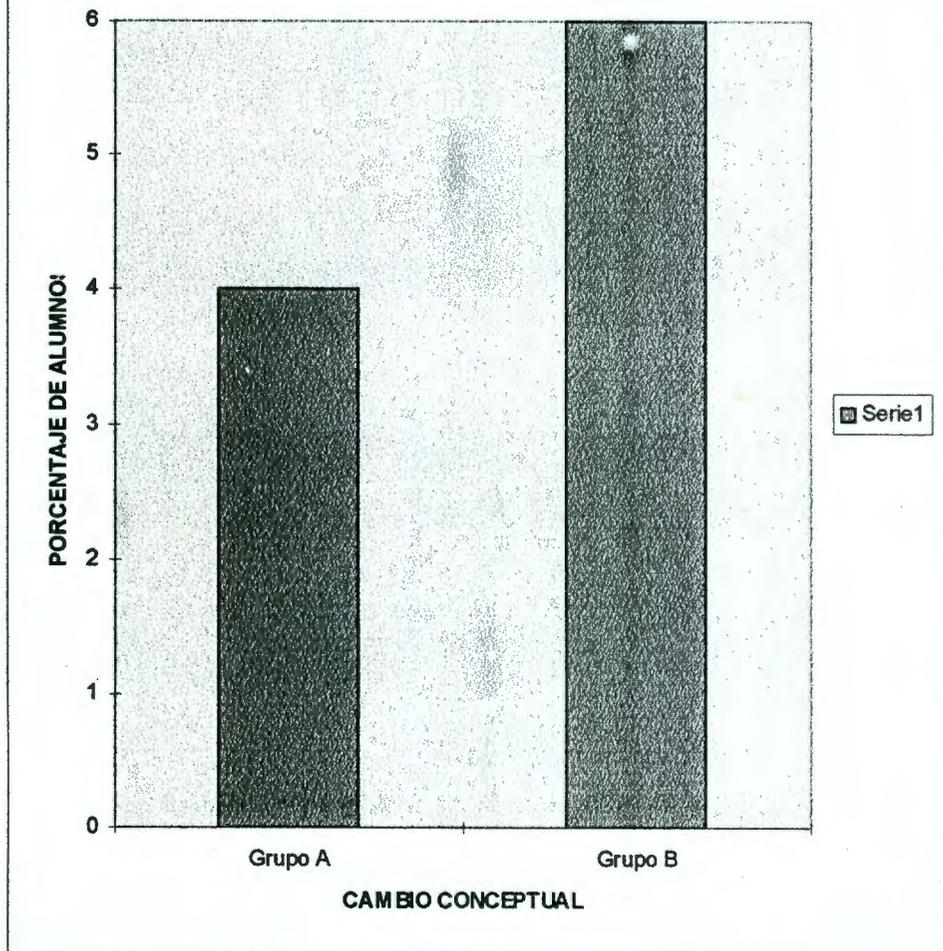


Figura 4

El aula se apreció como un contexto que concatenó prácticas discursivas provenientes de otros ámbitos culturales (ciencia, política, legal, estética, economía), el cual mantuvo una independencia relativa; de tal modo que, como esfera cultural tuvo sus propios ambientes, instancias, normatividades e intenciones que configuraron determinados entramados de significados sociales; por lo que se infiere que cada grupo escolar presenta una cultura específica que lo hace diferente a otro grupo escolar en circunstancias similares (se constata por el estudio que se hizo posteriormente en otro grupo).

En el marco de la clase formal, las prácticas discursivas, en tanto que comportamientos y producciones, se constituyeron configurando un filtro de valores sociales que se expresaron por medio del lenguaje. El aula fue un entorno lingüístico sumamente influyente debido a que la enseñanza fue fundamentalmente conversación.

El lenguaje del maestro expresó una función sociocultural a partir de la cual mantuvo su rol como docente. Una manifestación de ese rol fue el control pretendido.

El análisis y discusión generados muestran que:

1. En el desarrollo del proceso individual y grupal específico se propició todo un conjunto de experiencias que superó las previsiones curriculares, como el tipo de interacción maestro-alumno, alumno-alumno, las normas conversacionales implícitas, el ritmo de la conversación, y los efectos en la formación del individuo.

2. Las observaciones realizadas llevaron a interpretar un aprendizaje correspondiente a una enseñanza tradicional cuya dinámica de articulación entre el saber científico (mediado por el saber del maestro) y el saber del alumno demanda, tendencialmente, un papel pasivo del alumno con mínimas posibilidades de discusión, apelación y

apertura a un pensamiento comprensivo y creativo, conducido a ejecutar una serie de acciones irreflexivas, mecánicas y repetitivas. Su forma estructural obedece, en parte, a un tipo de saber proveniente de la disciplina científica (contenidos y formas de validación) aprehendido y su forma de transmisión por el docente y, en parte también, por las prácticas experimentadas y lenguajes aprendidos en la vida cotidiana escolar y extraescolar de los alumnos y los maestros. En un modelo de enseñanza tradicional los aprendizajes comprensivos y creativos ocurren a menor escala.

A los alumnos se les está transmitiendo un mensaje encubierto de que la información es más importante que el pensamiento original (Stubbs, 1984). Los profesores nunca dicen esto, se trata de una metacomunicación, una comunicación implícita en el diálogo completo profesor-alumno. En la proporción relativa de los diferentes tipos de preguntas formuladas, se da un mensaje oculto acerca de la naturaleza del aprendizaje que se demanda por una determinada disciplina.

Ser alumno de ciencia significó aprender un papel predominantemente pasivo a partir de un modelo conversacional maestro-alumno y alumno-alumno.

En el aula la situación sociolingüística evidenció el sistema relacional poder-comunicación-capacidades objetivas, por lo que no ocurrió de forma aislada el mantenimiento del control social con la transmisión del conocimiento. De esta manera se fueron definiendo los modelos de enseñanza y aprendizaje. Por lo que se infiere que el aula opera como contexto de enseñanza-aprendizaje en los que se verifican límites sociales, donde los sujetos adaptan su lenguaje de acuerdo a la persona con la que interactúan y de acuerdo a sus intenciones.

### **2.3 Discusión y conclusiones**

Como se puede observar en los datos de las tablas I, II y III, que representan los agrupamientos generales de las respuestas, no hay una diferencia importante entre las respuestas genuinas o de comprensión disciplinaria para ambos grupos en cada uno de los tres casos, ya que se manifestó para los grupos A y B respectivamente en el caso "a" 16 y 15 %; en el caso "b" 4 y 6 % y para el caso "c" 38 y 34 %.

En el grupo A se aprecia una menor capacidad de respuesta, ya que se presentó para cada uno de los tres casos un 44, 51 y 40 % respectivamente.

En el grupo B se tuvo una mayor capacidad de respuesta aunque del tipo de "comprensión distorsionada".

La comprensión científica o disciplinaria se presentó no como un proceso del todo o nada, sino gradual; manifestándose como una diferencia significativa entre los tres casos, es decir, el porcentaje de respuestas genuinas para el caso "a" fue diferente del caso "b" y ambos a la vez del caso "c".

La lectura de las tablas I, II y III y la discusión de los resultados obtenidos por la investigación etnográfica permiten hacer las siguientes interpretaciones:

Primera. Es notable el hecho de que el grupo A presenta una mayor tendencia a no articular los conceptos de fuerza y velocidad expresados en el alto porcentaje de casos sin respuestas.

Segunda. Contrariamente a lo esperado el grupo B regresó a su teoría del sentido común a pesar de las condiciones de enseñanza-aprendizaje que se suponía

### 3. CONCLUSIONES

El análisis y discusión con relación a la primera parte del trabajo donde se abordó "La penetración de la racionalidad científica en la vida cotidiana del aula" llevaron a construir una interpretación acerca de las creencias y expectativas que sobre la ciencia y la investigación científica tienen los estudiantes y los maestros, sobre los modos y formas de observarse unos a otros en tanto que sujetos capaces de construir el conocimiento, sobre el tipo de estrategias epistemológicas que los docentes plantean a sus alumnos; sobre las estrategias de aprendizaje que desarrollan los alumnos. La intención fue reunir algunos elementos que contribuyeran a dar respuesta a la interrogante "¿Cuáles son los valores y significados que se interpretan, atribuyen y transmiten en el contexto de la clase formal de una disciplina científica?".

Esta tarea precisó de una investigación que utilizó técnicas etnográficas tomando como referentes empíricos las acciones y los puntos de vista de los sujetos. El análisis de la información empírica condujo a reconstruir el marco teórico inicial de tal manera que explicase a un sujeto como sujeto discurso por considerarlo producto de prácticas discursivas provenientes de diferentes dimensiones: la racionalidad científica, las prácticas cotidianas y las de carácter especializado. A partir de la multidimensional perspectiva discursiva, la constitución del sujeto debió entenderse desde un sistema de relaciones: las de comunicación, las de poder y las objetivas.

Sin embargo, en el plano fenoménico fue sumamente difícil fijar los límites y los alcances de una práctica discursiva debido a que su formación, producción y rendimiento se dan en la concurrencia, la producción y rendimiento de otras prácticas discursivas. Por lo que en cada caso el análisis recogió sólo una parte de ese entretejido discursivo, merced a que toda identificación y descripción tiene siempre un carácter plural.

Los esquemas interpretativos llevan a enfatizar los siguientes puntos:

Primero: De acuerdo al cuadro I, los valores, actitudes y comportamientos que se observaron y se consideraron científicos fueron los siguientes:

1. Interés centrado en la instrucción.
2. Discurso científico.
3. Imposición de hipótesis.
4. Conducta disciplinada.
5. Énfasis en ejercicios de aplicación.
6. Utilización de textos científicos.
7. Utilización de un método.

Segundo. El proceso de enseñanza-aprendizaje fue propiciador de un rol pasivo-receptivo en el alumno, el cual hizo énfasis en aprendizajes mecanizados causando un desencanto intelectual, véase por ejemplo en el cuadro III lo referente a “su sentir como científico” y el punto de “significado de aprender física”.

Tercero: No hubo una diferencia conceptual entre los alumnos a los que se denominó oscuros y aquellos a los que se identificó como iluminados con relación a su interpretación de conocimiento y ciencia, ya que de igual manera señalaron que la ciencia es un método y el conocimiento científico se obtiene a partir de unas reglas que deben ser aprendidas en la escuela. En cuanto al conocimiento cotidiano lo consideraron como algo que se da de “manera natural” y sin mayor esfuerzo. Sin embargo, los oscuros se aprecian con un contexto lingüístico restringido (véanse las entrevistas en el anexo 4), así como también con una disminuída valoración de su autoestima (véase el cuadro III en el punto “su sentir como científico”).

Cuarto: Se estableció una relación de consecuencia entre los comportamientos, actitudes y valores epistémicos transmitidos por la maestra y los generados en los alumnos. Así como también el perfil valoral expuesto por la maestra con relación a los alumnos, tal como se aprecia en el cuadro II en el punto “cualidades científicas de los alumnos”, afecta restringiendo su creatividad y con ello el desarrollo cognoscitivo. En cambio, el maestro de teoría conceptualizó al alumno como un sujeto en proceso de formación, capaz de construir el conocimiento a partir de los “conectes” entre las informaciones; sin embargo, la pragmática del discurso ocasiona tiempos limitados como para permitir el desarrollo de la comprensión, véase lo relativo a “metástasis verbal de tipo acelerado” en el cuadro I, aunque los alumnos manifestaron que el maestro es convincente, explica muy bien, provoca la imaginación, lo cual está indicando una percepción adecuada de la información que ocasiona un proceso de acción mental.

La discusión y análisis de los comportamientos, actitudes y valores epistémicos recreados a partir de la cotidianidad del aula permitieron concluir que la teoría emergente es la “enseñanza tradicional”. De acuerdo a ello se mantuvo como hipótesis que un contexto de enseñanza de este tipo no sería suficiente para romper con las cosmovisiones distorsionadas, a condición de propiciar una interacción lingüística entre alumnos conjugando el debido conocimiento procedimental de la disciplina científica.

En la segunda parte del trabajo donde se pretende responder a la cuestión: “En el aula, finalmente ¿Se cambian las cosmovisiones ingenuas por las científicas?”, se realizaron el análisis y la discusión a partir de un instrumento de medición (aplicada a dos grupos: el estudiado por técnicas etnográficas y el que experimentó la condición planteada de interjuegos de lenguaje ligados al conocimiento procedimental) con el propósito de hallar una explicación al fenómeno de los entendidos distorsionados con relación al movimiento y su relación con la fuerza. A continuación se presenta lo más relevante.

Los datos obtenidos demostraron una vez más que los estudiantes organizan el conocimiento disciplinario en una forma que les crea sentido a sí mismos, aunque no sea igual a la versión científica, de tal forma, que los hace ser muy resistentes al cambio. Una explicación es, tal vez, en el caso de la conservación del movimiento, la gente no se percata, desde una perspectiva del sentido común, que se vive en un mundo físico acelerado ocasionado por las fuerzas de fricción y que son las causantes de que se detenga el movimiento, por lo cual se tiene necesidad de aplicar una fuerza para la continuidad del movimiento. Desde este punto de vista, las explicaciones intuitivas de los estudiantes son correctas.

El profesor cumple la función de enseñar determinados modelos de la física aunque las situaciones físicas siempre son mucho más complejas que los modelos construidos por los científicos y los legos. La realidad, en todo caso, no es más que el resultado de lo que comunicamos en virtud de cuyo proceso surgen ideas, concepciones que conforman una visión del mundo (Watzlawick, 1989) En esa comunicación el lenguaje tiene una estructura que significa y clasifica el entorno natural y social, haciéndolo codificable para quienes comparten dicha estructura (Piña, 1989).

La investigación sobre el aprendizaje académico de los estudiantes, desde bachillerato hasta la universidad, indica que la mayoría de ellos desarrolla un enfoque superficial del aprendizaje, que se caracteriza por la memorización de la información disciplinaria, con escasa elaboración de sus respectivas representaciones, o de métodos que les permitan recuperar, relacionar y usar la información para encontrar la solución a un problema (Meyer et al., 1990).

Los estudiantes que usan un enfoque superficial del aprendizaje no buscan el significado del problema que enfrentan y, por lo mismo, no logran una comprensión genuina de la teoría que se les ha enseñado. El enfoque superficial del aprendizaje es consistente con el "modelo de aprendizaje para la adquisición del conocimiento" que les

consistente con el "modelo de aprendizaje para la adquisición del conocimiento" que les ha permitido sobrevivir en el mundo escolar que los ha llevado a suponer que el aprendizaje académico o disciplinario consiste en la acumulación de diversas cantidades específicas de información, por cada asignatura que cursan año tras año, ellos no tienen porque invertir un esfuerzo mental adicional para relacionar e integrar la información en representaciones significativas, como lo demandan los criterios teóricos y metodológicos de la disciplina que estudian.

Para ayudar a los estudiantes a desarrollar los procesos de pensamiento (procesos de conceptualización, análisis y razonamiento) considerados como apropiados para la comprensión disciplinaria genuina es necesario construir un marco conceptual del aprendizaje que los conduzca de la simple adquisición de información a su reelaboración, para posteriormente utilizarla en la solución de problemas y eventualmente para que ellos puedan producir nueva información.

El marco conceptual del aprendizaje podría esperarse que varíe entre las distintas disciplinas académicas; en virtud de que hay variaciones en las estructuras de conocimiento, métodos y procesos de razonamiento que cada una de ellas utiliza. Los dominios de aprendizaje, asignaturas o disciplinas se diferencian según los principios, estructuras de conocimiento y metodología que se emplean en cada dominio (Donald, 1986), de modo que para entender cómo funciona una disciplina, es necesario aprender sus principios, estructura teórica y métodos de investigación y producción de conocimiento, esto, a su vez, requiere de una vinculación entre el conocimiento disciplinario y los procesos de pensamiento.

En el presente trabajo se enfatizó en la cognición del estudiante con relación a un problema específico "la comprensión de la primera ley del movimiento de Newton en estudiantes de preparatoria", dentro de la disciplina de física. El valor de este trabajo reside en que se ha ensayado una metodología de enseñanza privilegiando el

que ha resultado en una mejor capacidad de respuesta ante un problema dado. La información generada es útil como retroalimentación, tanto para los estudiantes como para los profesores, respecto a los resultados de aprendizaje que se están produciendo en la materia de física.

## LITERATURA CITADA

AUSUBEL, D.P. 1976. Psicología educativa. Edit. Trillas. México.

BACHELARD, G. 1984. La formación del espíritu científico. Edit. Siglo XXI. México

BURNS, J., CLIFT, J. and DUNCAN, J. (1991). Understanding of understanding: Implications for learning and teaching. The British Journal of Educational Psychology. 66 (3): 276-289

CAREY, S. 1986. Cognitive science and science education. American Psychologist, 41 (10): 1123-1130

CAZDEN, C.B. 1991. El discurso en el aula. El lenguaje de la enseñanza y del aprendizaje. Temas de educación. Edit. Paidós. México.

CORDOVA, A. 1976. Sociedad y Estado en el mundo moderno. p 42 Edit. Gijalbo. México.

CHALMER, A.F. 1987. ¿Qué es esa cosa llamada ciencia?. Edit. Siglo veintiuno. México.

CHIN, A.C. and BREWER, F.W. 1993. The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical framework and implications for science instruction Review of educational research, 66(1): 1-49

DESCARTES, R. 1997. Discurso del método. Estudio introductorio por Francisco Larroyo. p 9 Editorial Porrúa ("Colección Sepan Cuántos..."). México.

DIAZ BARRIGA, Angel. 1984. Didáctica y currículum. p 51 Ediciones Nuevomar. México.

DONALD, G.J. 1986. Knowledge and the university curriculum. Higher education. 15(3): 267-282

FOUCAULT, M. 1977. Arqueología del saber. p 46 Siglo veintiuno editores, s.a. México.

FOUCAULT, M. 1988. El sujeto y el poder, en Revista mexicana de sociología. 3(88):12

GARDNER, H. 1993. La mente no escolarizada: cómo piensan los niños y cómo debería enseñar la escuela. p 19 Editorial Paidós. Barcelona.

GOFFMAN, Erving 1971. "1. Actuaciones", La presentación de la Persona en la Vida Cotidiana. p 33 Edit. Amorrortu. Buenos Aires.

HABERMAS, J. 1982. Ciencia y técnica como ideología. Editorial Tecnos. España.

HALBWACHS, F. 1992. La física del profesor entre la física del físico y la física del alumno. En Psicología genética y aprendizajes escolares. Complicación de César Coll. p 150 Siglo XXI editores. México.

HELLER, A. 1991. Sociología de la vida cotidiana. Ediciones Península. Barcelona.

HEWITT, P.G. 1995. Conceptos de física. Limusa Noriega Editores. México.

KUHN, T.S. 1971. Estructura de las revoluciones científicas. Edit. Fondo de Cultura Económica. México.

- LURIA, A.R. 1982. El papel del lenguaje en el desarrollo de la conducta. Edit. Cartago. México.
- LUHMAN, N. 1995. Poder. Introducción de Darío Rodríguez M. Editorial Anthropos. México.
- MALINOWSKI, B. 1993. Introducción: objeto, método y finalidad de esta investigación. Lecturas de Antropología para educadores. p 29 Editorial Trotta. Madrid.
- MARTON, F. 1990. The phenomenography of learning: a qualitative approach to educational research and some of its implications for didactics. Learning & Instruction: European research in an international context. Vol 2:1: 601-616
- MEYER, J., PARSONS, P. Y DUNNE, T. 1990. Individual study orchestrations and their association with learning out comes. Higher Education, 20, 67-89
- MOREIRA, M. A. 1986. Aprendizaje significativo, conocimiento científico y cambio conceptual. p 12 Instituto de Física UFRGS. Brasil.
- NEISSER, U. 1976. Psicología cognoscitiva. p 326 Edit. Trillas. México.
- NOVAK, J.D. y GOWIN, D.B. 1988. Aprendiendo a aprender. Editorial Planeta. España.
- PIAGET, J. 1979. Clasificación de las ciencias y principales corrientes de la epistemología contemporánea. Editorial Paidós. Buenos Aires.
- PINA, Carlos. 1989. Sobre la naturaleza del discurso autobiográfico, en la Rev. Argumentos, No. 7, 134.

- REIF, F. y LARKIN, J. L. 1991. Cognition in scientific and everyday domains: comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (9): 733-760
- ROGERS, C. 1978. Libertad y creatividad en la educación. Editorial Paidós. Buenos Aires, Argentina.
- RORTY, R. 1983. De la epistemología a la hermenéutica. "La filosofía y el espejo de la naturaleza". p 289 Editorial Cátedra. México.
- SCHEGLOFF, E.D. 1992. Conversation Analysis and socially share cognition. En L. Resnick, J.M., Levin & S.N. Teasley (Eds). *Perspectives on Socially Shared Cognition*. Washington, D.C., American Psychological Association. pp 150-171
- STRIKE, K.A., & POSNER, G.J. 1985. A conceptual change view of learning and understanding. En *Cognitive structure and conceptual change*. p 211 Ed. Academia Press. New York.
- STUBBS, M. 1984. Lenguaje y escuela. Cícel Hapelusz. España.
- TANK, D. 1985. La ilustración y la educación en la Nueva España. p 11 Ediciones el Caballito. México.
- TITONE, R. 1986. El lenguaje en la interacción didáctica. Teoría y modelos de análisis. Introducción de Zabalza, M.A. Ediciones Narcea, S.A. Madrid.
- VYGOTSKY, L. 1992. Pensamiento y lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas. Ediciones Quinto Sol. México.

WATZALAWICK, P. 1989. ¿Es Real la Realidad?. p 7 Editorial Herder. Barcelona.

WEBER, M. 1984. El político y el científico. Premia Editora. México.

WEBER, M. 1973. Ensayos sobre metodología sociológica. Traducción de José Luis Etcheverry. Amorrortu editores. Argentina.

WOODS, P. 1987. La escuela por dentro. Editorial Paidós. México.

**APENDICE**

## ANEXO 1

### REGISTRO DE OBSERVACIONES EN EL AULA DE LA TEORIA

El maestro de teoría es un hombre bien vestido (corbata, suéter, zapatos bien lustrados, impecable), se advierte una cara un poco tensa evidenciada por la contracción de sus músculos faciales, es respetuoso hacia los alumnos, apegado a su discurso científico. Cumple con la puntualidad establecida por la escuela, invariablemente de 1 hora exacta, no tiene inasistencias. Se dirige a los alumnos en plural, es impersonal, no les habla de tú, ni por su nombre. Su discurso es firme y convincente, se presenta con mucha seguridad y certeza. No establece relaciones informales con los alumnos. Se rige por el orden programa de la materia y cumple con él en su totalidad. Le interesa la cantidad de información. Es sistemático en su manera de trabajar en el aula, siempre sigue un orden y no se propicia discusión grupal, ni entre los mismos alumnos ni entre maestro y alumnos, las intervenciones de los alumnos se establecen por preguntas que hace el maestro esperando respuestas certeras y cortas. No se propicia un rol activo en la construcción del conocimiento. No se pasea entre las filas del grupo, no se observó que rompiera ese espacio. El discurso del maestro no tiene espacios de silencio, sólo se interrumpe por alguna respuesta de algún alumno.

En la clase de teoría, los alumnos pueden llegar tarde ya que no pasa lista de asistencia. Se advierten subgrupos de amistad, hay flirteos entre alumnos y alumnas. Se comen su torta a escondidas.

La clase se desarrolla en una aula de dimensiones de 8m de ancho X 6 m de largo. Las mesillas se disponen de manera horizontal y están prácticamente pegadas. Para la cantidad de alumnos, la sala es pequeña. Hay dos pintarrones al frente. Hay un sobrepiso adelante para que el maestro sobresalga. Hay buena iluminación.

**Día 2 de octubre**, la clase da inicio de manera puntual.

*M: Siéntense, guarden damas chinas o lo que tengan de juego, vamos a empezar el tema, comenzaremos con cinemática.*

Los alumnos se acomodan en sus lugares, empiezan a guardar silencio y a tomar nota de lo que el maestro escribe en el pintarrón. Siguen entrando y el maestro no les llama la atención, se arrastran bancas y se siguen acomodando después de 7 minutos de iniciada la clase. El maestro escribe el concepto de movimiento como el cambio de posición de un cuerpo.

*M: ¿Cómo puedo estar seguro de que algo se mueve o está quieto?*

*A 1: Nada está en reposo.*

*M: Cuál es el origen del universo como vimos en la primera unidad, según la teoría del Big Bang ¿Habría algo que se encuentre en reposo? Si la materia continúa expandiéndose? Desde este punto de vista, el compañero tiene razón. Entonces el movimiento es relativo. Si relativo es "con referencia a" Si yo digo que me estoy moviendo ¿con referencia a qué? O si digo que estoy en reposo ¿con respecto a qué? No sólo el reposo es relativo, sino también el movimiento. Si yo digo que la Tierra se mueve alrededor del sol, suponemos fijo al Sol. Vamos a tomar un punto de referencia. Si pasa un autobús y estamos en una esquina ¿cuál es el punto de referencia que tiene el autobús?*

*A2: La esquina.*

*M: Pensemos en un cohete que lleva una misión a la Luna ¿Con respecto a qué se mueve?*

*A3: Respecto a la superficie.*

*M: En un primer momento sí, a la superficie, pero a medida que se aleja será el centro de la Tierra.*

En este primer momento discursivo el maestro no indaga sobre el concepto de movimiento como tal, que los alumnos han construido a partir de la primera unidad acerca de "Teorías del Universo", pero si rescata lo ya visto para construir el concepto de "marco de referencia". En estas primeras aproximaciones al grupo es difícil conocer los nombres de los alumnos, más adelante ya se mencionan, ya que es importante para identificar las construcciones grupales.

*M: Vamos a tipificar los movimientos. Vamos a hacer una lluvia de ideas. A ver usted.*

El maestro se dispone a escribir en el pizarrón la tipificación, a la vez que va señalando a los alumnos con el dedo para que respondan. Su voz suena segura de lo que hace.

*A3: Rectilíneo.*

*M: Usted.*

*A4: Elíptico.*

*M: Usted*

*A5: Absoluto.*

*M: Usted.*

*A6: de traslación.*

*M: A ver, vamos a parar ahí. Vamos a quitar el concepto de absoluto. Para Einstein, el movimiento es relativo y para Newton, el tiempo, el espacio y el movimiento son absolutos. Observen un detalle, los humanos tendemos a agrupar, clasificar, por ejemplo, habemos morenitos, amarillitos, blanquitos ¿Cuál es criterio de clasificación?*

El maestro no justifica por qué quitar lo de absoluto sólo por mencionar a Newton y a Einstein. La dinámica de lluvia de ideas no se rige por algún criterio o "lo necesario y suficiente" para describir una clasificación del movimiento. El alumno no distingue entre lo adecuado o no según una base de diferenciación, y por eso usa la analogía del color de la piel.

*A: El color de la piel.*

*M: Cuando clasificamos el movimiento recurrimos al concepto de trayectoria y es la línea que une puntos del camino de un cuerpo al moverse y se establece el punto de referencia para decir que se está en movimiento. Pero si no quiero agrupar a los movimientos por su trayectoria ¿entonces?*

*A: Por su movimiento.*

*A8: Por su desplazamiento.*

*M: ¿Qué es importante en el movimiento?*

*A: La velocidad*

El maestro refiere el concepto de trayectoria como algo ya construido. No indaga sobre lo que pudiera tener el alumno como ideas previas. Quizá el alumno logre conectar este concepto con su propia experiencia.

*M: Recuerden las leyes de Newton: La primera "Un cuerpo sigue en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme, si no hay una fuerza que modifique ese estado", y la segunda: "Si una fuerza desequilibra a un cuerpo produce aceleración".*

El maestro al evocar las leyes de Newton, no espera que el alumno las mencione, supuestamente ya estaban estudiadas. El maestro escribe en el pizarrón:

Movimiento: por su trayectoria: rectilínea y curvilínea (ondulatoria, parabólica, circular)

Movimiento: por su velocidad: igual o cambiante.

Movimiento: por su aceleración.

Parece que el tercer renglón sale sobrando ya que la aceleración se debe incluir como un cambio de velocidad.

*M: Veamos, estamos acostumbrados al movimiento de traslación, pero el de rotación quizá sea el más importante de todos. Desde las grandes galaxias, hasta el electrón sufren movimiento de rotación.*

Sí se está acostumbrado al movimiento de rotación por igual que el de traslación, como se ve en una lavadora, en un ventilador, en el carrusel, etcétera. El maestro supone quizá que no se evidencia el de rotación y sí el de traslación.

*M: El movimiento oscilatorio es otro tipo de movimiento pero no es evidente ¿Han visto un reloj de péndulo? El péndulo oscila ¿Y un resorte que sube y baja? oscila*

*A: Como el marido y su mujer.*

*M: ¿No es cierto que los electrones oscilan?*

*A: Sí.*

Esta pregunta sólo esperaba un sí de respuesta. ¿Estará el alumno realmente seguro de que eso ocurre cuando es algo que no se puede evidenciar a simple vista?

*M: A ver, el movimiento vibratorio. ¿Un carro prendido? ¿Las moléculas?*

*A: Vibran.*

El maestro no indaga qué ejemplos concretos pudieran referirse a movimiento vibratorio

*M: Bien, vamos a pasar a otra cosa, arranquen una hojita. Vamos a tratar de hacer combinaciones con lo que tenemos en el pizarrón ¿le entramos?. Vamos a tomar el rectilíneo y lo mezclamos con el uniforme ¿qué movimiento sería? Hagan todas las combinaciones posibles y tres ejemplos.*

Esta solicitud de tipo amistoso es bien aceptada. Esta parte del discurso organiza la tarea que el alumno debe hacer, que parece ser una buena oportunidad para establecer relaciones entre conceptos y revisarlos a la luz de su ambiente concreto a través de los ejemplos.

*M: Deje unas fotocopias para lectura pagina 36-62.*

**3 de octubre 1996**

Hay 15 alumnos. La clase inicia de manera puntual. El maestro indica a sus alumnos que reacomoden las bancas en el salón, ya que estaban desordenadas.

*M: ¿Ya tienen sus copias? Bueno, vamos a trabajar un poco con las copias. Ayer trabajamos un movimiento en particular y lo haremos con más detalle. En los ejercicios de ayer me di cuenta que no tienen muy claro los conceptos ya revisados: trayectoria, longitud, distancia. Ayer dijimos que trayectoria... pero longitud puede asemejarse al concepto de distancia, aquí se refiere a la longitud entre dos puntos o posiciones.*

Anota en el pizarrón y dibuja que la trayectoria curva entre dos objetos es distancia.

*M: La distancia se mide sobre la trayectoria seguida.*

Llegan dos alumnos.

*M: Cualquier cantidad de metros medidos es la distancia que recorrió el cuerpo en el espacio. Pareciera que entre A y B habría infinitas distancias y trayectorias. Hay una que es desplazamiento, que viene siendo el espacio o distancia recorrida entre A y B pero dirigido. En el desplazamiento hay que fijar el inicio desde A y B dirigido, pero es la menor distancia de A a B..*

*A: Pero el desplazamiento o distancia ¿no sería de B a A?*

*M: Pero ya sería otro desplazamiento.*

Llega otro alumno.

*M: Y le pongo una flecha porque dije dirigido y son 100 m de A a B*

El maestro dibuja 300 m para la trayectoria curva y 100 m para lo que señala como distancia entre A y B. Hay tres alumnos con postura relajada, el resto está atento y tomando notas. No hace cuestionamientos a los alumnos que provoquen la formulación de hipótesis, responde con certezas. No hay cabida de error desde la concepción del contenido conceptual del programa de la materia que hace el maestro. Sería bueno que revisara sus conceptos porque en matemáticas se concibe que la distancia es la recta que une dos puntos.

*M: El concepto de velocidad incluye tanto su magnitud como su dirección. A esta parte la vamos a llamar velocidad.*

El maestro identifica a la rapidez con la magnitud de la velocidad.

*M: La velocidad es un concepto que incluye la rapidez. Se usan como sinónimos, sin embargo, uno incluye al otro. Vamos a recordar el concepto de velocidad como el desplazamiento entre el tiempo. Bueno, y que es la rapidez, dado que es escalar, es la distancia entre el tiempo.*

A nadie se le ocurre que si se utiliza la ecuación de velocidad como desplazamiento entre tiempo, y como menciona el maestro, el desplazamiento es la "distancia más corta" ¿qué pasaría si se quisiera conocer la velocidad de un auto de Querétaro a Cuernavaca? Se tendría que construir una carretera especial, una recta entre las dos ciudades.

*M: Vamos a recordar rápidamente el concepto de aceleración: Cuando vimos la tabla de unidades, la habíamos platicado como el cambio de velocidad que un móvil sufre en un intervalo de tiempo. Mientras aumente o disminuya la velocidad ¿hay una ... ?*

*Katia: Aceleración. (Katia es una alumna que se sienta adelante).*

*M: Un vector por una escalar da otro vector, la aceleración por lo tanto es un vector. Habíamos comentado que el cambio es una resta. Bueno que el cambio de velocidad se escribe como  $\Delta v$ .*

El maestro anota en el pizarrón a delta v como la diferencia de velocidad final menos la velocidad inicial.

*M: Y la aceleración sería  $\Delta v / \Delta t$ . Cuando medimos el tiempo de algo con un cronómetro, entonces el tiempo inicial ¿es...?*

*Norma: cero*

*M: Eso reduce nuestra ecuación de aceleración a  $\Delta v / t$ . Bueno, de hecho, esa fórmula ya la habíamos platicado en aquella ocasión. En su hoja hacían una mezcla sin diferenciar rapidez, velocidad, aceleración, desplazamiento, distancia.*

*Vamos a ver al Movimiento Rectilíneo Uniforme, antes que siga adelante, este tipo de movimiento lo hemos formado a partir de dos criterios, uno es su velocidad y otro su trayectoria. ¿En este caso cambia la velocidad?*

Se observa que la participación de los estudiantes es inducida por el maestro al utilizar frases ¿es...? esperando finalizadores verbales cero, por ejemplo, limitando al estudiante a expresar respuestas que complementen sus preguntas, sin mayor elaboración lógico-conceptual por parte del alumno. La interacción es asimétrica debido a un alto grado de directividad por parte del profesor.

## 7 de octubre

El maestro llega de manera puntual. Hay 42 alumnos.

*M: Hagan favor de guardar todo lo que no sea de física.*

*A1: ¿Podríamos hacer un ejercicio? Tengo una duda.*

*M: Qué bueno que tiene una duda. Veremos aunque sea un poco atrasado. Prob. 3-12 del Tippens pag. 70 ¿Todos tienen el material?*

La mayoría de los alumnos responden que sí. Llegan 4 alumnos a los 5 minutos de iniciada la clase. El maestro explica un problema de la unidad de estática recién concluida, de acuerdo al orden del programa ya había iniciado la unidad de cinemática como se apreció el día 2 de octubre. Las bancas presentan la misma disposición ya observada: horizontal y de difícil acceso a las filas de atrás. A los 15 minutos de iniciada la clase llega otro alumno.

*M: A ver si procuran llegar temprano.*

Israel y César interactúan entre sí, y luego con otro compañero, parece que en algo distinto al problema por la expresión de su cara. Otro alumno se come un sandwich y aparentemente el maestro no se da cuenta. Llegan otros dos alumnos y se saludan chocándose las manos. Parece ser que estos dos puntos últimos son infracciones no sancionadas

*M: En cuanto terminen podemos regresar al tema que estábamos revisando. Les había dejado las copias para que las sacaran, espero que las tengan que trabajar. Los que no las tienen, las van a obtener en este momento.*

Nueve alumnos salen a sacar copias. El maestro habla aprisa. Las copias a las que se refiere contienen 34 problemas con respuesta.

*M: Bien, entonces continuamos con movimiento rectilíneo uniforme y con movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, que terminamos en la clase pasada. Por favor, algunos lean el problema en voz alta.*

*Katia: Un barco viaja a 9 millas...*

*M: ¿Qué son 9 millas?*

*Lizeth: Desplazamiento.*

El maestro anota en el pizarrón los datos y resuelve el problema. El maestro no indaga si alguien desea pasar a resolver el problema en el pizarrón. Como así se notó en todas las observaciones realizadas. El pizarrón es uso exclusivo del maestro. Usa un sólo color de marcador.

*M: Bien, ¿quieren leer el otro?*

*Israel: La velocidad del sonido...*

*M: Primero ven la luz, unos segundos más tarde se oye el trueno ¿Cuánto tiempo tarda? Recuerden cuando oyen y ven la luz.*

*Alumna: 3 segundos.*

*M: Antes de resolverlo tenemos que partir de que la velocidad a la que viaja el sonido es constante y si es constante ¿se trata de?*

*Katia: Movimiento rectilíneo uniforme.*

En la clase anterior el maestro había dicho que en la tierra no existe el movimiento rectilíneo uniforme por efecto de la fuerza de rozamiento y estos problemas parecen contradecir lo anteriormente dicho. Lo curioso es que, los alumnos parecen haber olvidado esta afirmación categórica.

Llegan los alumnos que salieron a sacar copias. Y el maestro resuelve el problema en el pizarrón. El tipo de problemas que se resuelven es aplicativo y no de reflexión conceptual. El maestro espera que la respuesta que den los alumnos en clase coincida

con la del texto. Además el tipo de unidades usadas corresponde al sistema inglés de unidades el cual no es el más adecuado si la comunidad científica prefiere el sistema internacional de unidades. El maestro no duda al resolver el problema.

*M: Les voy a dictar otro problema ¿listos? "Un cuerpo en movimiento acelera durante 5 segundos a partir de una velocidad inicial de 5 m/s a razón de 3 m/s<sup>2</sup>. Elabore una gráfica de velocidad contra tiempo, mostrando en cada una de ellas el tipo de relación entre variables.*

Es un problema que dicta sin tener el material en la mano

*M: Bien, vamos a resolverlo. La vez pasada vimos el concepto de aceleración,*

*$a = \Delta v / t$  ¿Qué variables tenemos?*

*Norma: tiempo*

*M: ¿Qué más?*

*Alumna: Velocidad inicial*

*M: ¿Qué más?*

*Alumno: aceleración*

*M: Recuerden estas unidades en lo que vimos al principio en el cuadro de unidades. El intervalo de tiempo de tiempo inicial a tiempo final es de 5 s. Con esta aceleración y un intervalo de 5 s, todavía no conocemos la velocidad final. Para construir una gráfica, tenemos que construir una tabla de valores, la velocidad inicial ¿cuánto vale?*

*Alumno: 5*

El maestro dibuja una tabla para anotar los valores de velocidad y tiempo. El alumno refiere que no han revisado nada acerca de funciones y gráficos que pudieran ser un buen sustento matemático a lo que el maestro persigue: la relación entre variables a partir de una gráfica, no supieron distinguir entre variable independiente o dependiente. El maestro ha hablado con una rapidez tal, que no se crean momentos de silencio

como un tiempo necesario para complejizar el razonamiento. La disposición de las bancas parece ser una defensa o un territorio exclusivo de los alumnos. Pareciera como que en cuestión de espacio se fragmentara la relación maestro-grupo. El maestro se mostró tolerante con el retraso de los alumnos. Hay un conjunto de señalizadores verbales: Bien, bueno que marcan el comienzo de sus series discursivas.

Por el tipo de experiencia observada se aprecia posiblemente que el maestro es el dueño del conocimiento, que la ciencia es algo ya dado y estático. El maestro tiene su saber estructurado y no se percibe que se reorganice en función de lo que saben los alumnos, el problema inventado pudo haber rescatado alguna experiencia vivida por el alumno. El conocimiento se descontextualizó de la vida cotidiana del alumno. El alumno tiene que desempeñar un rol pasivo y comprueba los conocimientos del maestro. No se demandan hipótesis.

**14 de octubre**

Observación no participante. La clase inicia puntualmente.

*M: Vamos a hacer ejercicios de planteos. Con el problema 10 de la fotocopia.*

Los alumnos siguen platicando.

*M: A ver compañero, nos lee el problema 10.*

El maestro señala a un alumno del centro del salón y el alumno empieza a leerlo en voz alta.

*M: Al hacer la lectura nos damos cuenta que se trata de un frenado porque la velocidad final es cero. Lo que preguntan, por lo que entiendo es el tiempo. Fíjense lo que tenemos y lo que queremos! ¿Qué relación de lo que hemos visto podría ayudarnos?*

*Victor Julio: Aceleración.*

*M: La interpretación de un problema, es codificar en el lenguaje lo que es la incógnita.*

El maestro pregunta y responden alumnos de la primera y segunda fila, algunos de atrás se encuentran platicando, al parecer en algo distinto a lo que pregunta el maestro, entre ellos Arlette y Omar. Otro alumno de atrás lanza una bola de papel hacia adelante y otro alumno canta en voz baja. Un alumno responde la pregunta del profesor y otro más lanza otra bola de papel. Ante el desinterés de los alumnos el maestro tiene que indicar quién lea los problemas. El maestro es quien identifica cuáles son las variables. El tipo de problemas que se están resolviendo requiere de la identificación de variables y aplicación de las fórmulas adecuadas, después una sustitución y respuesta contrastable con la del libro.

*M: Entonces ¿cuántas fórmulas son? ¿Dudas?*

*A: Sí, yo ya lo había hecho con otra fórmula*

*M: Ya habíamos dicho que la física utiliza como herramienta a las matemáticas, se trata de que sus predicciones sean objetivas, no podemos diseñar un puente que por no hacer un cálculo se nos caiga. Con una vez que ya no funcione una ecuación ya no es la adecuada. Bueno, vamos a hacer el 11. Hay que leerlo y extraer las variables que nos den como datos conocidos y luego las incógnitas ¿Puedo borrar?*

En este segmento discursivo el maestro concibe que la física debe ser objetiva, es su postura epistemológica. Además, lo objetivo es requisito para una adecuada aplicación práctica. Parece que sin las matemáticas, la física no es objetiva. Establece el orden de identificar primero las variables conocidas y luego las desconocidas.

*M: Muy bien, compañera ¿me lee el 11?*

*Alette: ¿yo?*

*M: Sí*

Alette lee el problema, es una táctica para controlarla, ya que se encontraba platicando.

*M: Si un cuerpo cae libremente a la Tierra ¿con qué valor de aceleración lo hace?*

*Omar: 9.8.*

*M: Es el valor de la gravedad ¿Qué relación utilizamos?*

El maestro escribe en el pizarrón una fórmula de velocidad final igual a velocidad inicial más aceleración por tiempo.

*M: A ver compañera ¿quiere sustituir los datos a ver cómo nos da?*

Una alumna de las "silenciosas" sentadas hasta la parte de atrás y que en ese momento platicaba con su compañera, toma su calculadora y supuestamente trata de resolver el problema en su lugar.

*M: ¿Se llegaron a preguntar si la aceleración tiene signo positivo o negativo?*

Varios alumnos alrededor de Arlette contestan que es positivo.

*M: Entonces dicen que dio ¿cuánto?*

*A: 24.5 m/s*

El maestro señala a la misma alumna silenciosa.

*S: Sí*

Los alumnos que antes platicaban ahora ya se encuentran trabajando; aparentemente, el maestro enfoca la atención. El día de hoy las bancas están dispuestas de manera vertical y hay suficiente espacio para pasearse entre hasta la parte de atrás y sin embargo, el maestro no sale del territorio establecido por él, que es el frente.

*M: Ahora hagamos el problema 13, por favor ¿Quién lo lee?*

Un alumno levanta la mano y lo lee.

*M: Entonces ahora ya no es una caída libre. Bien, para que algo pueda salir necesitamos darle una velocidad a partir de un impulso y ¿cuándo sube a su parte más alta, cuál es su velocidad?*

Cuatro alumnos de la parte de adelante contestan que cero.

*M: Cuando va subiendo su aceleración es negativa ¿Cuál es la relación matemática que contenga a distancia, velocidad final y aceleración?*

Los mismos alumnos de adelante, entre ellos Israel, Katia, Claudia, responden que no.

*M: Fíjense bien... deben trabajar en el mismo sistema de unidades... ¿Cómo quedó?*

*Katia: Velocidad inicial igual a velocidad final menos distancia.*

*Israel: No.*

*M: No.*

*Norma: Velocidad inicial igual a raíz cuadrada de  $2a$  menos  $V_f$  cuadrada.*

El maestro dibuja y borra cada ecuación incorrecta. La aproximación que van haciendo los estudiantes es por tanteo. Pareciera que el núcleo central formativo de la clase se basa en resolver problemas de tipo aplicativo. Es del mismo tipo de problemas con unidades del sistema inglés.

*M: Hay que despejar de la fórmula de distancia igual a la diferencia de los cuadrados de las velocidades sobre dos veces la aceleración.*

El maestro va anotando en el pizarrón.

*M: Recuerden que es como despejar un escritorio.*

No resultará ambigua la analogía del despeje de ecuaciones con el despeje de un escritorio, porque un escritorio se puede despejar sin obedecer a las reglas matemáticas. El maestro va despejando para velocidad inicial y un alumno corrige un signo. El alumno sonríe satisfecho por corregir el error del maestro. Parece que no quedan asimiladas las características de los distintos movimientos que se revisan en la unidad de cinemática por parte del alumno y tiene que pasar ya a un nivel de aplicación

o caso concreto. Como que faltó un tiempo de oportunidad para procesar o construir el conocimiento. El maestro continúa la clase bajo esta misma estructura didáctica. El maestro abandona el salón después de una hora de clase.

## 19 de octubre

Observación no participante. Hay 43 alumnos y el maestro entra puntual, se pasea por el frente del salón e inicia preguntando cómo les fue en el examen a lo que todos los alumnos contestan que mal.

*M: ¿Porqué mal de entrada?*

*Arlette: El tres.*

Algunos alumnos continúan platicando entre sí. Cinco alumnos van llegando después de la hora señalada.

*M: Una buena parte del grupo no hace los problemas cotidianamente, otra parte lo intenta. Me da gusto por los últimos por su disciplina para hacer las cosas. Me da tristeza por los primeros porque al primer obstáculo desisten y como el agua se va hacia la parte más baja, si van a dejar que la vida los arrastre hasta la parte más baja. Decir aquí estoy ↗, requiere esfuerzo. ¿ Cuándo muchos de los de atrás y otros de aquí cerca pondrán algo de su parte? A mí me entusiasma cuando más gente se interesa por su trabajo. No puedo hacer cosas de mejor calidad si ustedes no ponen nada de su parte. Si no, es muy disparejo el ritmo. La educación es de dos ↗, si uno falla, todos fallamos. Uno ya pasó, a mí me interesa que pasen, no voy a regalar nada.*

El maestro habla moviendo los dedos de su mano derecha flexionada, parece indicar que está tenso. Viene bien vestido, de corbata. Un alumno mueve las piernas, otros ven sus apuntes, otros están atentos. El maestro es el que tiene derecho a hablar, dirige la escena. El maestro demanda la misma disciplina que él piensa que tiene, el mensaje que parece transmitir sería "si ustedes no son como yo, están destinados al fracaso". El concepto de educación que se percibe sería como el de un espacio social aislado del resto de la sociedad. El fracaso no le corresponde al maestro, sino al alumno que no cumplió con su tarea. El maestro identifica a los "buenos" y a los "malos". En la primera

fila del salón se hallan sentadas casi siempre 10 mujeres que son muy atentas y más participativas, entre ellas Claudia y Katia y dos hombres, uno de ellos también participativo, Francisco. En la parte central derecha, se sienta Arlette, caracterizada como ruidosa, en la parte central, Perla, Juan Carlos Aguillón, silenciosos. Manuel Monterde junto a Arlette, es atento y participativo.

*M: ¿Hecho? Bueno, quedamos en la última ocasión, revisábamos un problema de tarea. Habíamos puesto una escala de "t" en "x" y "v" en "y" ¿verdad?*

La tercera parte del grupo responde que sí.

*M: Las dos escalas no pueden ser la misma cosa. Cada cuadrado debe tener el mismo valor. Bueno Debió haber dado una recta ¿de qué tipo?*

*Diego: ascendente.*

*M: Eso de ascendente ¿qué indica? Conforme al aumento de tiempo aumenta la velocidad. Si es una recta, indica que los incrementos de velocidad son al mismo tiempo. Pregunto, si cambia el tiempo en 5 s ¿qué pasa con la gráfica?*

Se dan cuatro segundos de silencio.

*M: Se llama aceleración ¿Estamos? Bueno... La siguiente gráfica que dejamos planteada por hacer es aceleración vs. tiempo. Ahí no había mucho problema. La recta era horizontal ¿cierto?. A ver háganla los que no la han hecho. Tratemos de comprender lo que estamos haciendo.*

*Armando: ¿ La variable independiente va en "y" ?*

*M: No, siempre va en "x" y ese va a ser el tiempo.*

¿Qué hubiera pasado si deja al alumno experimentar sus resultados dejando lo que se considera variable independiente en el eje "y"? Podría haber comparado, diferenciado, hacerse consciente del criterio de variable dependiente o variable independiente.

*A: Ayer decía que la aceleración tenía un valor constante.*

*M: Piénsesele, vean la gráfica. Esta gráfica y la recta horizontal que se tiene no dice que la aceleración permanezca constante. ¿Habrá otra gráfica?*

*Armando: No.*

*M: Vamos a hacer otro ejemplo para interpretar el manejo de las variables. Vamos a hacer un problema de la tarea. Aprovechamos y contestamos sus dudas. Anoten: "Un caballo acelera a razón de  $10 \text{ m/hr}^2$  durante un tiempo de 6 horas, empezando de una velocidad de cero. ¿Cuál será la velocidad y la distancia a intervalos de tiempo de 1 hora? ¿Qué nos indican las gráficas velocidad vs. tiempo, aceleración vs tiempo y distancia vs tiempo en el intervalo mencionado ¿Qué variables nos dan como dadas?*

El maestro ha dictado el problema y ha sido producto de su creatividad. ¿Porqué no darle al alumno la misma oportunidad de crear problemas? Si los conceptos han sido asimilados por el alumno, es muy posible que sí pueda inventar sus propios problemas. En otro sentido, el tipo de problema dictado es de tipo aplicativo y no de nivel comprensivo o de reflexión conceptual. Los alumnos no discuten los problemas entre ellos, al menos en clase, no.

*Armando: aceleración.*

*Arlette: ¿Vamos a trabajar en  $\text{m/hr}^2$ ?*

*M: Debemos ser coherentes con las unidades de medición. Las variables son aceleración, tiempo, velocidad... Hagamos una tabla.*

El maestro sigue anotando en el pizarrón la tabla de variables.

*M: Una de las relaciones que más hemos trabajado es aceleración igual a la diferencia de velocidades entre tiempo. El dato inicial de la velocidad inicial es?*

*A: cero.*

*M: Así que despejamos la velocidad final de la ecuación. No se como le hagan para despejar, si quiero despejar mi escritorio, hay que limpiarlo, en este caso, utilizo el inverso aditivo, y quedaría aceleración por tiempo más velocidad inicial igual a velocidad inicial*

El maestro sigue llenando la tabla de variables.

*M: Qué significa la aceleración?*

*Omar: Incremento de tiempo.*

*A2: Incremento de velocidad.*

*M: Es incremento de velocidad, es constante en un intervalo de tiempo constante. Ahora vamos con la distancia, veamos otras ecuaciones.*

*Katia: es velocidad igual a distancia sobre tiempo.*

*M: No se puede aplicar.*

*A2: Porque es para movimiento rectilíneo uniforme.*

Las intervenciones de los alumnos han sido voluntarias. Parece que el alumno dos tiene bien identificadas las características del movimiento rectilíneo uniforme.

*M: Bien, porque esta ecuación no describe el problema. Sin embargo, es valioso rescatar que la ecuación buscada debe tener velocidad y aceleración.*

*Claudia: Es distancia igual a aceleración por tiempo al cuadrado entre dos.*

*Armando: Es distancia igual a la semisuma de las velocidades por tiempo.*

*M: Échenle, qué más han encontrado de la tarea que dejé.*

*Israel: Es distancia igual a velocidad final al cuadrado menos velocidad inicial al cuadrado, todo entre dos "a".*

*M: Muy bien, es la misma, entonces el compañero sí la encontró. Tener tantas ecuaciones es bueno ¿cuál usamos?. Apliquemos.*

En esta clase hubo más participación por parte del alumno.

## ANEXO 2

### REGISTRO DE OBSERVACIONES EN EL LABORATORIO

Observación no participativa.

Area: laboratorio de física.

Esta parte de la asignatura se trabaja por mitad del grupo debido al espacio y material disponible en el laboratorio. EL laboratorio tiene de dimensiones 8 x 8 metros cuadrados y cuenta con seis mesas de 1.20 por 3 m, tiene buena iluminación. Se cuenta con el auxilio de un ayudante el cual administra y controla el material adecuado a las prácticas, es una persona de aproximadamente 40 años y a veces da sugerencias a los maestros acerca de lo que puede hacer en las prácticas, también vigila que los estudiantes cumplan con su trabajo durante esa hora. Tiene una cara amigable que corresponde con su manera de ser. Los alumnos de física II lo consultan para hacer trabajos prácticos que les dejan como "proyectos de investigación" (que no se describirán en este trabajo, ya que no son el objeto de estudio). Cada mitad de grupo entra dos veces a la semana de manera alterna, lunes y miércoles o martes y jueves. El docente es de sexo femenino, de aproximadamente 30 años, de profesión química. Se viste de manera sencilla. Por la referencia que dan los alumnos siempre llega tarde, entre 5 y 20 minutos. Los alumnos se quejan de que baja puntos por estar hablando, lo mismo por los errores de ortografía cometidos en los reportes.

**23 de octubre**

Tema: Cinemática.

*M: Guarden su pistola, primero vamos a ver el desarrollo, después la sacan para que no se disparen. El equipo uno ahora sí traen su práctica de rectilíneo.*

El desarrollo ya está anotado en el pizarrón y se esquematiza lo siguiente:

### **MOVIMIENTO BAJO LA ACCION DE LA GRAVEDAD**

Objetivo: Distinguir la acción de la gravedad en los movimientos de caída libre y tiro vertical de distintos objetos (movimiento ascendente y descendente)

Fundamento:

Caída Libre

$$h = \quad \quad v_f =$$

$$h = \quad \quad v_f =$$

$$t = \quad \quad g = v_f/t$$

$$t =$$

Desarrollo. Primera parte C.L.

- 1.- Dejar caer una canica desde 2 m de altura y medir el tiempo que tarda en caer.

Cálculos:

- 1.- Calcular la velocidad final de caída con el tiempo medido y con la altura de 2 m

$$(V_f = gt \quad \text{y} \quad v_f = 2gh)$$

- 2.- Calcular el tiempo que tarda en caer un objeto desde 2 m de altura.

- 3.- Calcular las alturas que corresponde a su medición de tiempo.

- 4.- Evaluar sus resultados.

Segunda parte: TIRO VERTICAL

- 1.- Disparar la pistola de dardos desde el nivel del suelo y medir el tiempo que tarda el dardo en regresar al nivel de lanzamiento.

Cálculos:

- 1.- Calcular el tiempo de altura máxima.
- 2.- Calcular la altura máxima.
- 3.- Calcular la  $V_0$ .
- 4.- Calcular la Velocidad que lleva a la mitad de la altura.

*M: Ya habíamos platicado de esta práctica y les pedí el fundamento. ¿Cuáles serían para caída libre?*

*Yesica:  $V_0 = 0$*

*M: ¿Y para tiro vertical? ¿La  $V_f$  en la altura máxima?*

*Katia: Cero.*

*M: ¿Porqué la aceleración es negativa?*

*César: Porque la aceleración es hacia abajo.*

*M: Si tomamos a la gravedad como una fuerza y la vamos a considerar negativa por eso es negativa. Tienen que poner las fórmulas, recuerden que ya las teníamos, nada más hay que ponerlas ahí ¿Quién quiere poner las fórmulas?*

Pasa un alumno de la mesa tres.

*M: ¿Quién pone las de tiempo?*

Pasa un alumno de la mesa uno.

*M: Para tiro vertical sólo cambien el signo de las fórmulas de movimiento acelerado...*

La maestra explica las fórmulas para caída libre y tiro vertical en el sentido de leer las fórmulas que los alumnos anotaron en el pizarrón.

*M: Terminen de copiar las fórmulas para pasar al desarrollo ¿ya?*

Los alumnos responden que no.

*M: Las fórmulas nada más. La primera parte es solo caída libre. Hay que tener cuidado porque algún equipo se lleva más tiempo, entonces tienen que hacerlo varias veces. No se apuren si no les da. No importa. Si no les coincide el tiempo del cálculo con lo obtenido no importa. Hasta ahí caída libre ¿porqué no hemos tomado en cuenta la masa? ¿Será lo mismo dejar caer un objeto de 50 g y otro de 1 g?*

Algunos alumnos responden que sí, otros que no, otros se quedan callados.

*M: A ver compruébalo.*

Dos alumnos pasan a comprobar con objetos distintos, entre ellos Lorenzo, que es muy participativo y buen comunicador.

*Ivette: Sí.*

*Armando: No deben caer al mismo tiempo.*

La maestra arruga una hoja de papel y tira un cuaderno y caen iguales.

*Norma: Dependen de la fuerza con que salgan.*

*M: No importa eso, ¿De qué depende que suba o baje un objeto?*

*A: De la fuerza de gravedad.*

*M: Disparen su pistola, miden tiempo y tarda 2 s. ¿Cuál es el tiempo que tarda en subir o bajar?*

*A: 1s.*

Varios alumnos están dejando caer en sus lugares objetos como siguiendo lo que dice la maestra.

*M: Pidan su material para trabajar.*

Dos alumnos de cada equipo se levantan a pedir el material. Los alumnos trabajan dentro del área del salón y dibujan una línea a los dos metros de altura de una de las paredes. Dejan caer la canica de dos metros y miden varias veces el tiempo. Los equipos se han distribuido en las paredes. El ayudante de laboratorio está con un equipo, haciendo tal vez, algunas sugerencias por los movimientos corporales que hace. La maestra se encuentra con otro equipo. Otro equipo sale para trabajar lo de tiro vertical, toman tiempo 5 veces. Se les pregunta a los alumnos del equipo 2 ¿porqué la aceleración es negativa? y uno de ellos responde: "La aceleración es negativa por la fuerza de gravedad y la gravedad es positiva cuando va hacia abajo". Katia comenta que es mejor primero la teoría que la práctica .

Esta sesión tuvo un momento que pudo haber sido muy productivo, cuando la maestra pregunta si tiene algo que ver la masa en la caída de los cuerpos, y sin embargo no dio oportunidad a que los alumnos establecieran con cierto rigor sus hipótesis, que las anotaran, que las discutieran por equipo, que planearan de qué manera poder probar esas hipótesis y realizar el experimento, con las variables que a ellos se les hubieran ocurrido poner en juego o relación. Empero, la maestra pone énfasis en seguir lo que podría llamarse una "receta de cocina"; es decir, una metodología y una guía de cálculos ya preestablecida, lo cual parece muy poco creativo. En este sentido, se interpreta que el alumno puede concebir que a través de su práctica en este espacio, el conocimiento es algo que ya se conoce, él sólo tiene que reproducir lo que está en el pizarrón y de manera muy mecánica.

Llama la atención una frase "No se apuren si no les da, no importa" ¿Podría significarle a ella que el rigor en la medición para hacer ciencia es algo sin importancia?, ¿Que ya sabe de antemano, por su experiencia, que no debe coincidir con lo esperado?, ¿Presupone que la aptitud en los alumnos para medir no está desarrollada? Sólo que,

no explica que la fricción debida al aire y la forma pueden ser factores que alteren sus cálculos ¿Cuál es el significado que pudo haber transmitido con esa frase?

Antes de salir los alumnos, la maestra dictó el siguiente cuestionario:

- 1.- Porqué se considera positiva la gravedad?
- 2.- En el T.V. ¿porqué se considera negativa la gravedad?
- 3.- Qué es gravedad?

*M: Supuestamente ya me lo explicaron. Para la próxima práctica no se les olvide su calculadora porque van a hacer los cálculos.*

Los alumnos ya se retiran. Por referencia de su ayudante de laboratorio, la maestra no interactúa con sus estudiantes fuera del aula, dice además, que este es su estilo de trabajar con los jóvenes. Se le pregunta si los resultados se analizan de cara al grupo y coincidiendo con los mismos alumnos, estos no se analizan. Da la impresión de que sólo llenan un trámite burocrático para tener una boleta.

**Día 24 de octubre**

Observación no participante.

La maestra que atiende al grupo observado, tiene en el mismo laboratorio sesiones con otro grupo del mismo semestre y después de 15 minutos de la hora señalada para que el grupo observado entre, apenas se desaloja el grupo anterior y entra el observado. El ayudante de laboratorio dice que como la maestra siempre llega tarde, siempre se retrasa. Hay una indisciplina transmitida al alumno por parte de la maestra.

Veinte minutos después de la hora señalada el grupo está instalado. En el pintarrón está escrito: **MOVIMIENTO PARABÓLICO CON SALIDA INCLINADA**. Además está anotada una tabla con los valores de los ángulos de  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  y  $60^\circ$  para que los jóvenes llenen los espacios en blanco de acuerdo a los resultados de velocidad promedio de esa práctica.

*M: A ver si guardan silencio por favor.*

La maestra pasa lista a todo ese subgrupo, ya se mencionó que sólo se encuentra la mitad. La lista de asistencia es un requisito institucional, está normado que para tener derecho a la acreditación se debe cumplir con el 80% de asistencia. Además tiene que forzar la atención.

*M: El objetivo se lo plantean, igual que el anterior, a ver si ahora ya saben los objetivos. Queremos fórmulas resumidas, queremos predecir qué es lo que vamos a observar. El tiro parabólico es éste*

La maestra dibuja las dos trayectorias de tiro parabólico en el pintarrón.

En el pintarrón no está formulado ningún problema, se entiende que si no se conoce el problema sería bastante difícil saber lo que se quiere conocer. A la respuesta sobre "lo

que quiero" le faltaría un proceso de problematización. Enfatiza un valor científico de las ciencias naturales: la predicción y la predicción.

*M: Se supone que yo tenía un objeto y pierde su plano de sustentación y hace una parábola. Ahora vamos a analizar la salida inclinada. A ver equipo 1 ¿Cuáles son las partes del movimiento?*

*A1: La trayectoria, el alcance...*

*M: ¿A ver ésta?*

La maestra dibuja la altura máxima, a la vez que presiona de manera verbal a cada equipo. La pregunta de la cual parte son: partes del movimiento, aunque esta pregunta no constituye un problema en sí.

*A1: Altura máxima.*

*M: Pero ¿qué otro nombre?*

*A1: Flecha.*

*M: Cómo va la trayectoria?*

*A1: Curva.*

*M: Arco... Si no sabemos las partes del movimiento, no vamos a saber aplicar las fórmulas. A ver equipo 2 ¿cuáles son las fórmulas?*

"Partes del movimiento" puede ser una pregunta ambigua, se pudo haber respondido que es un movimiento compuesto por dos tipos de movimiento, uno vertical y otro horizontal. Tal vez quiso preguntar sobre los conceptos que pueden describir a ese movimiento en el plano de su trayectoria. La dinámica utilizada es con base a respuestas inducidas, como respuestas que confirmen o complementen las preguntas de la maestra sin mayor elaboración lógico-conceptual por parte del alumno.

*M: ¿Cuál es el ángulo de llegada?*

A2: El mismo

M: Equipo 3 ¿Flecha o altura máxima?

Equipo 3...

M: Yo les dije en qué libro lo buscaran.

Un alumno del equipo 6 levanta la mano y responde. Otro alumno está de pie.

M: Siéntate, tráete un banco.

M: ¿Tiempo de flecha?

Equipo 4:...

M: Bueno, si no me dicen el tiempo de flecha, dénme el tiempo total.

A6: Aceleración.

M: No estamos manejando aceleración ¿estamos manejando...?

A4: Gravedad...

A5: Es velocidad inicial.

M: No.

A6: es tiempo de flecha igual al producto de la velocidad inicial por el seno del ángulo sobre gravedad.

M: ¿Así nada más?

A6:...

M: A ver fijate bien ¿está bien?

A6: Sí.

M: ¿Y entonces el tiempo de flecha?

A6: El tiempo de flecha es el de arriba y el tiempo total es el doble.

M: ¿Porqué el tiempo total es el doble?

A6: Porque lo que tarda en subir tarda en bajar.

M: Entonces el movimiento es simétrico. Siempre y cuando el movimiento sea homogéneo. ¿Cuándo no es homogéneo? ..Cuando hay aire. Entonces vamos a hacer lo siguiente: ¡Acuérdense que ustedes el objetivo lo plantean! Ustedes redáctenlo. El

*fundamento es lo que acabamos de decir ¿Sí?...O.K. ¿En qué ángulo alcanza la altura máxima?*

*A1: a 45°.*

*M: Sí, ¿porqué?*

*A1:...*

*M: Sí le atinaron ¿porqué? Equipo 6 ¿a qué ángulo se consigue el máximo alcance y porqué?*

*A6: A 90° es tiro vertical y a 45° es el máximo alcance.*

*M: ¿Porqué? ¿Nomás porque sí? ¿Porque en el libro se tenía? ¿Porqué no a 30°?*

*A6: Es un ángulo neutro.*

*M: Tiene que ver con las velocidades.*

*A6 : A un ángulo de 30° la velocidad es menos.*

*A4: No.*

*M: Tienes esto.*

*La maestra dibuja en el pintarrón la descomposición de velocidades.*

*M: Depende de esas velocidades, si el objeto cae más acá o más allá ¿qué pasaría con 90° y con uno de 30° o 45°? ¿Cuál cae más lejos?*

*M: A ver, vamos a comprobarlo.*

*La maestra dicta el desarrollo:*

*1. Dispara la pistola a los distintos ángulos mencionados.*

*2. Medir los tiempos y distancias para cada lanzamiento.*

*M: Acuérdense que los tiempos son tiempos promedios. Ustedes sólo miden tiempo y distancias. Como no les va a caer en el mismo lugar en el mismo ángulo, pongan una marca para cada tiro. Sólo miden tiempos y hasta el final miden distancias.*

*3. Calcular el tiempo de flecha.*

*4. Entonces tienen un tiempo total y el tiempo de flecha lo dividen entre dos.*

5. Calcular la flecha para cada lanzamiento.

6. Calcular la velocidad inicial para cada lanzamiento.

M: ¿Con qué fórmula? Ustedes van a tener tiempo de flecha, gravedad y ángulo, despejan de la fórmula de tiempo de flecha ¿Están de acuerdo que sale con la misma velocidad? Van a tener tres valores y calculan la velocidad inicial promedio.

7. Calcular el alcance para cada lanzamiento y comparar con los alcances medidos ¿Sí? Como todo depende de su tiempo, fíjense bien. En el alcance van a ver en qué ángulo les da más. Hay una variación entre el calculado y el medido por el aire o porque no midieron bien. Sacan su conclusión y porqué da más o menos. Van a salir a hacer eso. Váyanse a la explanada. Tomen un punto de referencia y van a hacer varios tiros. Sólo tienen 10 minutos, se apuran.

## ANEXO 3

### ENTREVISTAS A LOS MAESTROS DEL GRUPO

Se realizó una entrevista a cada uno de los docentes con el propósito de conocer sus concepciones de ciencia, conocimiento y epistemología a partir de un cuestionario básico:

1. ¿Cuál es el perfil del científico que debe cubrir un estudiante de preparatoria?
2. ¿Algún alumno reúne esas cualidades?
3. Desde tu disciplina ¿Cómo concibes la física?
4. Logras traducir este concepto en la formación de tus alumnos?
5. Desde tu experiencia docente ¿cuál es tu concepto de conocimiento?
6. ¿Cuándo consideras que un alumno ha adquirido un conocimiento?
7. ¿A qué te remite el concepto de epistemología?
8. Para la exposición de tus temas ¿tomas en cuenta aspectos epistemológicos?  
¿Cómo?
9. ¿Qué tipos de valores formativos transmites a tus alumnos?
10. ¿Has realizado investigación?

**Entrevista a la maestra de laboratorio.**

**¿Cuál es el perfil del científico que debe cubrir un estudiante de preparatoria?**

*Yo creo que básicamente debe tener capacidad de observación y análisis de fenómenos y reproducción de los mismos para experimentar. También necesita conocimientos previos de álgebra, aritmética, geometría y español.*

**¿Tú crees que algún alumno pueda reunir esas cualidades?**

*Pienso que sí, aunque bastantes de ellos no entienden instrucciones mínimas y no tienen gran capacidad deductiva.*

**¿Qué significa para ti la física?**

*Como el estudio y repetición aplicada de los fenómenos naturales.*

**¿Logras traducir este concepto de física en la formación de tus alumnos?**

*Sí. Primero fijamos la atención en un cierto fenómeno y a veces podemos predecir claramente lo que ocurrirá y lo repetimos de manera controlada. Otras veces, lo que hacemos es analizar las aplicaciones y observaciones que cada uno hace empíricamente en la vida diaria.*

**Desde tu experiencia docente ¿cuál sería para ti el concepto de conocimiento?**

*Sería conocer las características y las repercusiones de un fenómeno, es como una capacidad de evaluarlo, repitiendo el fenómeno y analizarlo tantas veces como sea necesario.*

**De acuerdo a ese concepto de conocimiento ¿cuándo crees tú que un alumno pueda lograr el conocimiento?**

*Cuando tiene esa capacidad de analizar y reproducir algún fenómeno y su propio concepto, identificando las características del mismo. Creo yo.*

**¿A qué remite el concepto de epistemología?**

*Ni idea.*

**¿Qué tipos de valores formativos transmites a tus alumnos?**

*Disciplina y ética profesional principalmente.*

**¿Has realizado investigación?**

*No.*

## **Entrevista al maestro de teoría de física**

### **¿Cuál es tu concepción de ciencia?**

*La ciencia es una práctica que en el mundo de occidente se concibe como un método y que bajo ciertos parámetros aceptados normalmente por una comunidad que se entrecomilla como científica, le da legitimidad a unos conocimientos.*

### **¿Qué significa para ti enseñar ciencia?**

*Más que enseñar ciencia, sería mostrar cuáles son los diversos acercamientos que en occidente se han dado para legitimar bajo ciertos parámetros, bajo ciertas metodologías, lo que llamamos como conocimiento científico, y en el aula, acercar eso a los muchachos, es ser el mediador entre esos conocimientos legitimamente aceptados por esta comunidad científica, los textos en los que están plasmados esos conocimientos y unas mentes, las de los muchachos, que están en un proceso en el que por un lado la información que se les acerca y por otro lado, la forma como uno media en ese acercamiento, permite que ellos desarrollen capacidades y habilidades y sus propias formas de acercarse al conocimiento.*

### **¿Cuál es la clave que hace a los muchachos ver interesante a tu clase?**

*Lo que hago es que soy medio exigente, pero también soy tolerante, procuro ser exigente en que haya cierta sistematicidad en el acercarse a los textos, en el tema en el que están trabajando, en el que practiquen ciertas habilidades matemáticas, de razonamiento entre comillas, ¿sí?, también los hago que se acerquen y utilicen la memoria, también es necesaria para trabajar, pero como dicen, aprieto, pero no ahorco. Así lo llamo, sobre todo que sea sistemático, sistemático, sistemático, revisar seguido las tareas, este, dejarles tareas, pero no ahogarlos, a veces les cargo la manita, pero les doy chance de que me estén preguntando muchos días hasta que se desahogue lo más que se pueda y hago el esfuerzo, al menos es lo que yo pienso, en traducir lo que los textos y los conceptos científicos lo más cercano a lo que ellos me puedan comprender, en ejemplos chuscos, para que puedan tener una comparación entre lo que el concepto está planteando y lo que ellos pueden tener en la realidad en su vida empírica.*

## **Según tú ¿cómo se obtiene el conocimiento científico?**

*Utilizando una metodología sistemática se va uno acercando sucesivamente al objeto de conocimiento, es decir, no hay un método único, no hay un camino único, son sucesivos acercamientos, ¿sí?, que uno hace al objeto, yo creo que nunca, en el fondo de esta concepción, nunca terminarías de acercarte a él porque es una construcción y una reconstrucción continua de eso.*

## **¿Crees posible que los alumnos puedan tener un perfil científico o actitudes científicas?**

*Yo creo que puede desarrollar habilidades en el orden manual y en el orden del razonamiento y puede conocer técnicas e información que le permitan hacer como dirían ellos, "conectes", hacer relaciones entre esas informaciones... hacer relaciones entre esos datos que tienen por ahí separados y de esa manera construir o reconstruir las leyes del conocimiento legítimamente aceptadas en la física, pero entonces lo que hacemos es recrear, o buscar la manera de ellos mismos lo recreen o acercarlos a recrear ellos mismos el conocimiento o estas leyes o relaciones entre conceptos y ellos.*

## **¿Es posible formar estas habilidades?**

*Yo creo que, más bien, se desarrollan habilidades de currículum oculto que el currículum explícito, porque uno con su acción, con su actitud, con su persona parece que se les enseña más y se les queda más plasmado eso que la propia información o que las propias habilidades o razonamientos de la ciencia o de la disciplina, tengo esa sospecha de que enseñamos más de aquello que está explícito.*

## **¿Has realizado investigación?**

*Algunas veces he tenido tiempo, la he realizado a través de la propia práctica docente, estuve planteando hipótesis de cómo los muchachos podrían acercarse mejor al conocimiento, cómo funcionaba más mi trabajo, cómo parecía que tenía más efectividad y durante algunos semestres voy cambiando, según mi hipótesis se compruebe o no, le cambio la manera de hacerlo, aunque lo he tenido que hacer sobre la marcha, no he podido plasmarlo en un papel. En otro tiempo hice investigación en computación, he hecho juegos de computadora para aprender física y algo de*

*matemáticas, tengo algunos programas, por los cuales incluso tengo un premio el premio nacional a la investigación educativa por los programas de computación.*

## **ANEXO 4**

### **ENTREVISTAS A LOS ALUMNOS**

Un instrumento de la etnografía son las entrevistas para conocer opiniones de los sujetos estudiados. Se realizaron 8 entrevistas (4 a los participativos o "iluminados y 4 a los no participativos u "oscuros") durante noviembre de 1996. Se utilizó una grabadora para recoger la información.

#### **Antecedentes.**

Se hicieron observaciones no participativas en el aula en las fechas ya señaladas, en un grupo de 5° semestre, turno matutino, en la disciplina de física, parte teórica y de laboratorio y se identificaron grupos de participativos y silenciosos o no participativos. Se analizaron las situaciones más recurrentes, mismas que señalamos como indicadores, serían las siguientes:

#### **El universo.**

A) Criterios: De las observaciones se eligieron a cuatro alumnos que representaran al grupo de los participativos y a cuatro no participativos.

Y a tres alumnos participativos: Arlett, Claudia, Kattia.

B) Entrevistas: Se diseñaron entrevistas, las cuales se basaron en una guía hecha previamente. Se utilizó la grabadora para registrar las respuestas.

La guía de preguntas:

1. ¿Te enganchas con la clase de física?
2. ¿Te parece interesante la materia?
3. ¿Cuáles serían las características interesantes?
4. ¿Qué entiendes por conocimiento?
5. ¿Crees que hay diferentes tipos de conocimiento?
6. ¿Distingues entre conocimiento del sentido común y conocimiento científico?
7. ¿Cómo hacen ciencia los científicos?
8. ¿Si tú fueras científico cómo le harías?
9. ¿En el laboratorio de física te sentirías científico?
10. ¿En teoría te sentirías científico?
11. ¿Cómo le harías para investigar?
12. ¿El maestro de teoría tendría una actitud científica?
13. ¿El maestro de laboratorio tendría actitud científica?
14. ¿Algún comentario?

Fecha 6 nov. 96.

Entrevista abierta y profunda

Alumna de 5° semestre

Escuela Preparatoria norte

Ocupación: estudiante de tiempo completo

Claudia Hernandez Alfaro.

**Tipo: alumna participativa**

TEMA. Concepción de conocimiento,  
ciencia y epistemología.

Subtema: actitudes

**¿Qué edad tienes Claudia?**

*18 años*

**¿Te interesa la clase de física?**

*Hay veces que sí.*

**¿Porqué piensas éso?**

*Porque muchas veces empieza la clase con ejercicios de dudas y varias veces yo ya los hice, estoy haciendo dibujitos, ya que como cuando ya le sigo ya no le agarras igual a la clase que como cuando empiezas con la clase...*

**¿Y éso es porque el grupo va disparejo?**

*Más o menos... lo que pasa es que muchas veces no se hacen los ejercicios o si tienes duda en alguno u otro llegas y preguntas, entonces está bien, porque si te quedaste con la duda de alguno lo preguntas, pero hay muchas veces que no se hicieron los ejercicios y de los más fáciles están preguntando y la mayoría ya los hicimos, entonces estamos jugando.*

**¿Y los ejercicios los dejan de tarea?**

*Mjmm! sí se dejan, bueno nos dan las copias de los ejercicios y de la copia tú tienes que hacer los ejercicios*

**¿Predominan más los ejercicios verdad?**

*Sí, sí, problemas.*

**¿La materia de física se te hace ineteresante?**

*Sí, se me hace interesante por los problemas, porque muchos problemas los podemos aplicar a la vida cotidiana, por ejemplo, eh, no sé hay problemas de.. por ejemplo ahorita estamos viendo el péndulo y cosas así, si tu quieres hacer algo para el laboratorio de física, ahorita nos dejaron un trabajo de energía, puedes ponerles cosas de ésas y ya no tienes que estarle midiendo, ¡híjole! ahí queda más o menos, por ejemplo, si quieres ponerle un péndulo ya no tienes que irle al tanteo de que "pos" más o menos debe quedar de este largo para que salga ésto.*

**Y entonces ¿cómo le entras para no ir al tanteo?**

*Como lo estamos viendo, como los problemas, con las fórmulas que estamos viendo y pues, yo creo que las definiciones que nos da el maestro nos ayudan mucho y la teoría que nos da el maestro.*

**¿Ustedes aportan definiciones en física?**

*No, creo que no, no hemos aportado nunca. Es el maestro el que da la definición, pero nos explica no sólo la definición, sino porqué es eso... entonces le queda a uno más claro y eso mismo puede sacar otras definiciones, tu propia definición, aunque tú no la digas en clase, tú la puedes sacar porque te explica bien el porqué de las cosas... por ejemplo, si te da una ley de Newton te la demuestra y te dice el porqué.*

**¿La demuestra experimentalmente?**

*Pues sí... ahí nos puso, creo que con un cuaderno y se apoyaba en la banca y cosas así.*

**¿Qué ley de Newton demostró con eso?**

*La... cuál... la de la...*

**La primera es la de la inercia**

*No, la de la inercia nos lo demostró con un cuaderno, lo dejó ahí.*

**¿Qué es la inercia?**

*La tendencia que tienen los cuerpos de permanecer en estado de reposo, bueno, de reposo relativo o en movimiento uniforme si no hay otra fuerza que se oponga...*

**¿Y les queda muy claro?**

*"risas"*

**¿Y ustedes lo hicieron experimentalmente?**

*No, en laboratorio.*

**Por ejemplo cuando ustedes vieron las leyes de Newton ¿emitieron hipótesis?**

*No, la verdad no recuerdo que hallamos hecho hipótesis*

**¿Qué entiendes por conocimiento?**

*¿Conocimiento general? Pues es toda la información que tú puedas llegar a tener, puedes tener información del mundo, información de física, de química, yo digo que todo eso, todo el grupo de información que tu puedas llegar a tener es el conocimiento.*

**¿Cómo se obtiene esa información?**

*Como la obtengo yo, en gran parte en clases, lo que me dan aquí.*

**O sea, si tu dices lo que el maestro dijo, ¿ya está la información bien conocida digamos?**

*Pues no, porque muchas veces el maestro lo dijo de una forma y tu le entendiste de otra forma y entonces ya tu conocimiento no está bien, no es que el maestro esté mal, ni tú estés mal, sino que se entendieron otras cosas. Más bien, es, pues es que además de los libros, tú tienes que hacer tareas y pues, muchas cosas así y entonces tú estás complementando lo que te den en la escuela, con lo que tú estás obteniendo en otros lugares, desde en tu casa hasta lo que tú puedes leer.*

**¿Y habrá diferentes tipos de conocimientos?**

*Pues sí, sí hay.*

**Pues lo que tú decías del conocimiento del mundo en general o de física, química. Científico.**

**Cuál sería la diferencia entre el conocimiento del mundo, digamos así como que lo cotidiano o común y lo científico ¿cuál es la diferencia?**

*Yo entiendo que la diferencia sería que lo cotidiano del mundo, conocimiento general sería como que tú puedes simplemente obtener por tu lado, digamos tus experiencias cotidianas, lo que tú haces afuera de lo que sea, lo que vives cotidianamente pues vas adquiriendo un conocimiento y el científico ya sería experimentarlo, pues éste,*

*documentando más acerca de lo que es exactamente, yo lo veo así como que más completo...*

**Pues sí, hay ciertas diferencias ¿verdad? ¿Cómo crees tú qué hacen los científicos cuando hacen ciencia?**

*Pues sería desde comenzar a preguntarse qué es lo que quiere porque si no te estás preguntando constantemente nunca vas a encontrar respuesta en nada porque no tienes preguntas entonces tienes que estarte preguntando, no sé, porqué pasa éso, investigar las causas y ya después experimentar lo que tú piensas está correcto y si no está correcto ver lo que está pasando.*

**Bien, y ¿qué es la ciencia?**

*¿Así como me acuerdo que me lo dijeron o lo que yo entiendo de ciencia?*

**Lo que tú entiendes.**

*Lo que yo entiendo por ciencia, es el conjunto de conocimientos, que tú puedes tener, todos los conocimientos de una cosa en general, sí, todos los que puedes adquirir afuera y los que puedes tener de manera científica para mí, el conjunto de esos significa ciencia...*

**Y si tú fueras científica Claudia ¿cómo le harías?**

*¿Cómo le haría para qué?*

**Pues para hacer ciencia.**

*Cómo le haría para hacer ciencia... pues así sobre todo estarte preguntando constantemente y cuando ya tienes una pregunta que quieres realmente contestarte, seguir indagando, seguir experimentando, seguir viendo, encontrando posibles soluciones, si por ejemplo, si te haces una pregunta y no encuentras una solución, no pararte así, como que no entiendo, sino, seguirle, seguirle hasta encontrar la solución, hasta que des con la respuesta, el chiste es perseverar.*

**¿Has hecho ciencia?**

*...pues así como que ciencia.*

**¿Te has encontrado en una situación como ésa?**

*Sí, creo que sí, alguna vez.*

**¿Aquí?**

*No*

**¿Y cuando estás en el laboratorio de física podríamos decir que te sientes científica?**

*No, porque a mí no se me hace que en el laboratorio de física tú llegues y te pongan en el pizarrón: medir tantos tiempos, medir tantos tiempos y ya no estás experimentando tú. Paso número uno, medir; paso número dos, tomar tiempo, te dan los pasos, realmente no estás experimentando o viendo qué es lo que puedes hacer.*

**Y en teoría, ¿has tenido oportunidad de expresarte como científica?**

*No.*

**Cuando estudias, por ejemplo física, ¿cómo le haces para estudiar?**

*En física generalmente hago problemas, no sé voy a la biblioteca por algún libro y de lo que estamos viendo le saco copia a los problemas porque la mayor parte son problemas.*

**¿Y no trabajas más con conceptos?**

*No, casi no, lo que nos dan, son ejercicios, ejercicios.*

**Y en tu vida cotidiana vas pensando en fórmulas, digamos si estás viendo péndulo ahorita, cuando ves un reloj de péndulo ¿piensas en él en términos de fórmulas matemáticas o en términos de concepto?**

*Más bien en términos de concepto.*

**¿Y entonces cómo pescas el concepto?**

*Porque sí te lo dan, sí te dan un concepto al principio, pero no nos ponemos a ver muchos conceptos, sino que nos dan un concepto, se explica el concepto y ya queda claro, se empiezan a hacer problemas, y de problemas no sé, son dos semanas.*

**Oye y ¿el maestro tiene actitud científica, algo así como estar experimentando, estar indagando?**

*No, nada más está en el pizarrón.*

**¿Tiene actitudes científicas el maestro de teoría?**

*Sí, es muy buen maestro, es alguien que continuamente está investigando, exhorta a los alumnos a que ellos también investiguen y que sepan porqué de lo que está enseñando, nos hace preguntarnos de lo que estamos haciendo, no nada más nos da así, apréndanselo de memoria y ya. Si tienes una duda, no importa que se tarde contigo tres días o más, siempre las resuelve. Nos pone los problemas como si fueran un reto.*

**¿La maestra de laboratorio tendría actitudes científicas?**

*No, con ella es muy repetitivo, aunque era el laboratorio donde se supone que es donde experimentas, no es así, sino que te da mucho a memorizar, su clase es muy tediosa. Es una clase muy poco interesante, sólo vas y hay que copiar lo del pizarrón, tomas medidas y ya, es muy aburrido.*

**¿Sientes que actúas como científica en teoría de física?**

*En algunos momentos, por ejemplo, en la primera unidad, leímos mucho y vimos una película y de eso mismo se puso el maestro a preguntar, que era lo que nosotros opinábamos, y así va uno formando sus propias teorías.*

**Algún comentario que quieras hacer, una opinión, ¿qué te preocupa?**

*Ya se va a acabar el semestre, es lo que me preocupa, siento que los semestres se me hacen más cortos a mí, se me van más rápido, tenemos mucho tiempo de vacaciones, muchos días que no tenemos clases o cosas así.*

Fecha: 7 nov. 96

TEMA: Concepción de conocimiento,  
ciencia y epistemología.

Entrevista abierta y profunda

Subtema: Actitudes

Alumno del 5° semestre

Escuela Preparatoria Norte

Ocupación: estudiante de tiempo completo

Manuel Monterde Marín

Tipo: estudiante participativo

**¿Cuántos años tienes Manuel?**

17

**¿Cómo te sientes en el grupo Manuel?**

*Muy bien.*

**¿Cómo te enganchas con física?**

*Me gusta bastante como da su clase el maestro, le entiendo a todo.*

**¿Para ti quedaría claro lo que es el concepto así, como tal, de conocimiento?**

*El conocimiento es la forma de adquirir nuevos... ¿cómo le podría decir?... nuevas cosas acerca de distintas materias, de poder almacenar información, que me quede bien grabada que en cualquier momento yo la practique o no, sea como sea, a base de una lectura a lo mejor que me venga luego a la memoria y sepa como aplicarla y esto no se me pueda olvidar, porque dice que lo bien se aprende nunca se olvida, a lo mejor hay algunas cosas que se aprenden para salir del paso.*

**¿Cómo se adquiere el conocimiento?**

*A base de estudio, de la práctica, del desarrollo de como se haga.*

**¿Y podrías hacer alguna distinción entre la forma de describir el conocimiento científico y el de la vida cotidiana?**

*El conocimiento científico es el que adquiero a través de los libros, de mis estudios, el que yo busco y aquel que yo almaceno. El empírico es el que se va dando cada día.*

**¿Qué hacen los científicos para hacer ciencia?**

*Más que nada, son muy dedicados y se encargan de analizar primero el objeto, separar sus partes, analizarla una por una, este, ver en qué casos se aplican, formular leyes y después unir las partes de ese todo, para ir teniendo un conocimiento claro de lo que es el objeto de estudio.*

**¿Y si tú fueras científico cómo le harías?**

*Empezaría por la observación de lo que quiero estudiar, apuntaría las observaciones, no lo haría una vez, sino varias veces, haría comparaciones, analizaría y sintetizaría también, haría pruebas, vería a quiénes les podría servir.*

**¿Aquí en la prepa has hecho ciencia?**

*No.*

**¿Has tenido oportunidad?**

*No.*

**¿Cuándo entras en el laboratorio de física te sentirías científico?**

*Pues, más que nada, yo siento que no, porque eso ya está dado, ya está comprendido, sé que tengo un resultado, llego al laboratorio y me dicen te va a salir esto y qué método seguir. A mí lo que me gustaría es que no se me diera el resultado, que te dijeran: a ver qué te va a salir, puedes emplear tales métodos porque yo te doy varias fórmulas y tienes tales instrumentos. Me gustaría a mí desarrollar poco a poco el procedimiento y decir ya tengo este resultado y compararlo con otros resultados que existen y ver si acerté o no.*

**¿Te sentirías científico en la clase de física?**

*Ahí no es tanto que te den un resultado, sino, se me pone un problema, me gusta los problemas complicados y los desarrollo, utilizo varias fórmulas a veces me equivoco y es que pues no me quedo así, lo sigo intentando, hago la comparación con el maestro y el maestro me apoya, apoya a todos.*

*"risas"*

**Para estudiar física ¿cómo le haces?**

*Más que nada, planteo el problema, el maestro nos da problemas, los resolvemos,*

*son problemas de la vida diaria, ahí me doy cuenta luego, luego que se puede aplicar la física.. Hago formularios, estudio las fórmulas y ver cómo puedo aplicar la física en mi vida cotidiana.*

**¿El maestro de física tendría actitudes científicas?**

*Sí.*

**¿Porqué?**

*Busca la manera de resolver algún problema, ve todos los procedimientos para llegar a algún resultado, es muy esmerado.*

**¿Se hace algún tipo de experimentación en teoría?**

*A veces usa su cuerpo para demostrar algo, a nosotros nos usa de planetas y nos dice qué movimientos son, por ejemplo.*

Fecha: 7 de nov. 96.

TEMA: Concepción de conocimiento,

Entrevista abierta y profunda.

Ciencia y epistemología.

Alumna del 5° semestre

Subtema: Actitudes.

Escuela Preparatoria Norte

Ocupación: estudiante de tiempo completo.

Katia Gabriela Salazar Velázquez

**Tipo: Alumna participativa**

### **¿El maestro de física les presentó objetivos del programa?**

*Sí, que nosotros podamos aplicar las leyes, sepamos distinguir entre movimientos y veamos el origen del Universo hasta la fecha, lo que hemos evolucionado y el problema al que cada uno de nosotros nos vamos a enfrentar en un futuro para ayudar a nuestra sociedad.*

### **¿Cómo te enganchas con física?**

*Es la materia que más me gusta por la impartición que nos da el maestro, porque es un maestro que se ve que abarca muchos campos, sobre todo, sabe como explicar su clase, te da ejemplos muy reales, muy sencillos de los que captar así, luego luego. Al principio se nos hacía un poquito pesado porque no estábamos acostumbrados al ritmo de trabajo, nos dio a leer mucho...¡aichh! ahorita ya le agarramos la ruta, con ese maestro es padrísima su clase.*

### **Cuando da su clase ¿qué tanta teoría o problemas se ven en clase?**

*En un principio antes de cada tema nos deja investigar algo, luego en clase lo completamos lo de la teoría y ya después vamos avanzando sobre la práctica.*

### **¿Para ti qué es investigar?**

*Para mí es, pues... ir a consultar varios libros; a otros maestros, cuando tienes dudas, por ejemplo, cuando nos dejó investigar las leyes de Newton, no solamente investigar en un libro, sino en varios libros, leerlo, repasarlo y lo que uno no comprende es lo uno pregunta.*

**Durante las clases ¿ tienen oportunidad de plantear alguna hipótesis o alguna forma de comprobarlo?**

*Pues, en laboratorio lo comprobamos. Las dudas del laboratorio se las preguntamos al maestro, algunos problemas se asemejan a los de laboratorio.*

**Respecto a algún problema ¿ustedes plantean alguna hipótesis?**

*No. Solamente cuando vimos lo de rozamiento.*

**¿En el laboratorio plantean alguna hipótesis, se ponen de acuerdo en la estrategia a seguir?**

*Sí, pero a veces en las libretas no ponemos hipótesis y eso; pero sí, nosotros hacemos a nosotros mismos nuestra hipótesis, por ejemplo, en mi equipo, dejamos lo que va a pasar, lo que va a suceder, hacemos la ruta crítica, de lo que vamos a pedir, desarrollamos y luego concluimos y entregamos resultados.*

**Yo por ejemplo, veo que la maestra llega y les pone todo lo que van a hacer.**

*En ocasiones, nosotros somos los que damos el objetivo, por ejemplo, pero la mayoría de las veces nos pone el desarrollo de como se va a hacer la práctica.*

**¿Para qué planean ustedes si la maestra ya se los pone todo?**

*por ejemplo, lo que vemos una clase antes, cuando nos da qué es lo que vamos a ver, y la clase que llevamos el objetivo y lo que vamos a hacer por ejemplo, ella lo pone en el pizarrón y nosotros ya llevamos una idea de lo que vamos a hacer .*

**Pero, ¿se discuten hipótesis?**

*Entre nosotros, sí, pero hacia la maestra no.*

**¿Qué entiendes por el concepto de conocimiento?**

*Es todo aquello que nosotros vamos adentrando en nosotros, pero no por medio de memoria, así de que de un día para otro te lo aprendes, sino va surgiendo también con prácticas, este conocimiento no se te olvida con el tiempo.*

**¿Podrías distinguir entre conocimiento científico y conocimiento del sentido común o cotidiano?**

*El conocimiento científico es cuando se aplican otros métodos para llegar a algo verdadero y en el sentido común, bueno es lo que se habla cotidianamente, lo que se aprende en la vida diaria.*

**¿Qué opinas tú de lo que hacen los científicos cuando hacen ciencia?**

*Los científicos tratan de descubrir algo que nos ayude a nosotros.*

**¿Cómo le harías si fueras científica?**

*Dedicarme al estudio sobre algo, por ejemplo, algo de la biología, alguna vacuna, buscaría cómo se dio algo, bajo qué circunstancias.*

**¿Cuándo entras al laboratorio de física te sientes científica?**

*Yo siento que solamente llevamos a la práctica cosas que ya se saben, cosas que ya se han realizado y solamente lo llevas a la práctica para comprobarlo y si efectivamente se da de esa manera.*

**¿En teoría te sentirías científica?**

*No científica, pero nos pone el maestro nos pone a investigar, tú por tu parte investigas y el maestro ya investigó y con las dos partes aprendes de los dos lados.*

**¿Cómo le haces para estudiar física?**

*Estudio en el comedor, la teoría leo tres veces, subrayo los conceptos, la práctica es hacer muchos ejercicios.*

**¿Sabes tú qué es una actitud científica?**

*Bien, bien, no. Siento que es en sí, el desarrollo que tienen las personas para lograr ciertos objetivos, por medio de métodos.*

**¿Cómo sería el método?**

*Si es algo que no se ha visto, renuevan las cosas o cosas que no han surgido. ¿Qué es lo que puede pasar si tú combinas algo, por ejemplo, para encontrar una solución, un compuesto o una vacuna? primero piensas qué es lo que va a pasar, cómo va a reaccionar, después investigas todo lo necesario de eso, después desarrollas tu propuesta, con los materiales adecuados, experimentando porque llevas a la práctica lo que tú estás proponiendo, de acuerdo a los resultados volver o no a las pruebas.*

**¿Tienen actitudes científicas los maestros de física?**

*El maestro tiene idea de lo que puede pasar. La maestra no.*

**¿Te gusta la física?**

*Si.*

**¿Qué significa la ciencia para ti?**

*Encontrar varios métodos de hacer varios tipos de cosas, por ejemplo, en medicina encontrar nuevos antibióticos.*

Fecha: 9 de nov. 96.

Entrevista abierta y profunda

Alumna del 5° semestre

Escuela Preparatoria Norte

Ocupación: estudiante de tiempo completo

Arlett Malagón Vargas

17 años.

**Tipo: Alumna participativa**

TEMA. Concepción de conocimiento,  
ciencia y epistemología.

Subtema: actitudes.

**¿Te gusta la física?**

*Sí me gusta. Está muy difícil, pero sí me gusta.*

**¿Qué te gusta?**

*El maestro siempre te pone algún ejemplo que puedes aplicar en la vida, o sea, como que hace que la materia le halles un uso, una aplicación en tu vida. Por ejemplo, saliendo de aquí chocas y vas a tener que demostrar que tú ibas a una velocidad, o sea sí, eso es lo que me gusta de lo que sería la clase. De la materia ¿qué me gusta? ¡Ay! Pues, me gusta la forma en que se pueden demostrar las cosas.*

**¿Tú sabes lo que significa el concepto de conocimiento?**

*Tengo idea... pero...*

**¿Cuál sería?**

*Bueno para mí, sería ¿es conocimiento verdad? Es algo que vas adquiriendo, no conforme vas estudiando, un conocimiento lo puedes adquirir sin que lo estudies, puede ser empírico o científico.*

**¿Cuál es la diferencia entre los dos?**

*¡Ay! pues que uno se da en base a experiencias, el empírico y el otro a base de teorías y leyes, cosas demostradas.*

**¿Cómo crees tú que hacen los científicos cuando hacen ciencia?**

*Bueno, yo digo que primero hacen una hipótesis o sea tienen algo, algo que van a estudiar, de lo cual van a hacer ciencia, tienen ese algo y de eso sacan una hipótesis. Esa hipótesis la estudian y sacan lo que sería la demostración y si está demostrado pasa a ser una ley.*

**¿Y qué es la ciencia?**

*¿La ciencia?... no sé. Sería algo que se enfoca en una materia o que se enfoca en un fenómeno.*

**¿Podríamos decir que tú te sientes científica cuando entras a laboratorio?**

*Pues... sí pero no mucho... o sea porque en el laboratorio de física, la maestra te da más clase que lo que tú experimentas ahí mismo, o sea, lo demuestras, más que nada, o sea, demuestra cuál es la distancia de aquí a ahí y luego de aquí a allá, en subida o en bajada, en inclinaciones, cuál es tiempo de aquí a ahí cuánto recorrió, o sea, la maestra básicamente no nos deja experimentar nada.*

**¿En teoría de física te sentirías científica? Por ejemplo ¿tendrían ejercicios de ese tipo de tener oportunidad de mostrarse como científicos?**

*Por ejemplo, el maestro te plantea el problema de hace rato, si chocamos o a qué velocidad ibas si chocabas, por ejemplo el peso del coche era de 1000 kilogramos, por poner un ejemplo, hace que pienses, que estés activo, que no estés dormido en la clase.*

**¿Y qué hiciste una vez que planteó el problema?**

*Pues primero, te pones a decir, bueno, a mí ya me dio los datos, cuánto era el peso de mi coche, a qué velocidad iba y no se y cuál era la distancia que recorrí de desde que yo intenté frenar hasta que choqué, Te pones a juntar los datos y en base a las fórmulas que él te da.*

**¿Y lo experimentaste así como para ver si tu hipótesis o tu planteamiento estaba coherente con lo que se planteaba al inicio?**

*No, no lo experimentas; pero, por ejemplo, este, no sabía que lo experimentaríamos todo, como que ya en base a la demostración que hicimos con el problema como que te quedas tranquila, como que dices ¡Ah! ahí voy a llegar. Como que en teoría no tratas de*

*demonstrarlo tanto, por ejemplo, en base a ese problema, pero hicimos uno de las leyes de Newton de que por ejemplo, la última, o sea, que todos tengamos una idea de que a toda acción corresponde una reacción. Todo mundo decíamos, si te pego, tú me vas a pegar, el maestro decía no, no es eso precisamente, por ejemplo si yo me recargo en una pared, yo ejerzo todo mi peso en contra de toda la pared y la pared en contra mía, decía, ya parece que la pared me va a estar empujando así, o sea, recárgate en la pared y la pared no se va a caer, porque ella está ejerciendo el mismo peso en contra tuya y ahí tiene la pared una reacción.*

**¿Nunca pensaste tirarle la teoría al maestro?**

*O sea, lo que pasa es que... es que luego los maestros te callan bien feo, luego sí hay veces que los maestros tienen algún error o no que tengan error, sino que tú tienes otra forma de pensar u otra hipótesis, otra idea, se las das, hay maestros que sí te la aceptan, pero hay maestros que no. ¡Sabe qué señorita! Está en clase, ponga atención, lo que se está diciendo y no es lo que usted está diciendo, sino lo que está aquí" hay maestros que te dicen eso. Hay maestros que sí se portan bien, pero visto desde este punto.*

**¿Cómo le harías tú para investigar Arlett?**

*Creo que son muy importantes las hipótesis que tú te formas, o sea, creo que para todo es básico, una hipótesis, ya después a esa hipótesis, la tratas de demostrar y a lo mejor la hipótesis está mal, o sea, pero tú ya tuviste una idea, esta idea básica, que aunque esté mal te puede llevar a un buen resultado después, en base a un desarrollo te das cuenta que la hipótesis está mal y te llevó a la correcta.*

**¿En la prepa has hecho investigación?**

*No...*

**¿No ha habido ese tipo de oportunidad para que tú hagas ciencia?**

*No.*

**¿Cómo le haces cuando estudias física?**

*Ay, para estudiar física, el maestro te da problemas, por ejemplo de cinemática o algo así y, o sea, lees los problemas, los escribes otra vez y tratas de resolverlos tú, básicamente así.*

**¿No estudias los conceptos?**

*Casi no nos da conceptos, sólo problemas.*

**¿El maestro de física tendría actitudes científicas? Lo que comentaba hace un momento, que se presente con dudas, que se planteen problemas, que sea curioso, que indague, que emita hipótesis, que llegue al experimento, metódico.**

*Yo creo que no. El de física es muy convincente porque lo ves muy seguro.*

**¿Sientes que has aprendido física?**

*Algo. Sí.*

**¿Tendrías algo que decir?**

*Siempre se me quedó grabada una frase "El único obstáculo para no luchar, para no ser exitoso, es no haber nacido". Yo llegué con la idea de que vamos a ser grandes mientras queramos serlo y si no le echamos, tenemos que echarle ganas.*

Arlett es considerada como una alumna participativa ruidosa. Finalmente reprobó la materia.

Fecha: 9 de nov. 96

Entrevista abierta y profunda

Alumno de 5° semestre

Escuela Preparatoria Norte

Alumno de tiempo completo

Manuel Alberto Cuevas Villanueva

17 años

Tipo: Alumno no participativo

TEMA: Concepciones de conocimiento,  
ciencia y epistemología.

Subtema: Actitudes.

**¿Te pareció interesante la materia de física?**

*En laboratorio, me parece muy tradicional, nada interesante. En teoría, es más dinámica y me permite aclarar mis dudas y tengo más comunicación con el maestro.*

**¿Qué entiendes por el concepto de conocimiento?**

*Es algo que tenemos para poder defendernos, es saber algo.*

**¿Podrías distinguir entre conocimiento científico y conocimiento del sentido común?**

*El conocimiento científico es, de alguna manera, tener educación, el conocimiento común es la educación que nos dan, pero en nuestro hogar. El conocimiento científico es el que nos dan aquí en la escuela.*

**¿Cómo crees tú que se obtiene el conocimiento científico?**

*Estudiando, siempre busca el porqué de las cosas, siempre busca la razón de las cosas. Es como un niño, o sea, el niño ve que ocurre una cosa, pero él se pregunta ¿porqué sucede? Entonces, de alguna manera, en ese niño surge la inquietud de buscar el porqué de las cosas.*

**¿Para ti qué sería la ciencia?**

*Puede ser ciencia una... respuesta, no es cierto, lo que pasa... es una búsqueda constante de lo que está pasando.*

**¿Y si tú fueras científico, cómo le harías?**

*Bueno, investigaría, buscaría... todos estamos buscando una explicación. Se supone que en este tiempo todo está explicado, ya todo lo que pasa a nuestro alrededor tiene una explicación, pero todavía no hemos terminado de investigar. Hay que buscar más respuestas.*

**¿En el laboratorio de física te sientes científico?**

*No, puesto que, pues ora sí que nomás hacemos... yo no le vería de alguna manera que eso sea ciencia, esa es la enseñanza, son como puros ensayos. No es como usted dijera pues ahora sí vamos a investigar esto, o algo así, o porqué esto o algo así. Si nos pidieran investigar algo, nos dirían vete a los libros y de ahí lo sacan. Sería buscar a la ciencia para que de alguna manera nos dé la respuesta. Aquí solo me siento un alumno.*

**¿Y cuando estas en la teoría te sentirías científico?**

*MMmm... podríamos decir que, el maestro explicaba muy bien y nos hacía imaginarnos, cuando planteaba un problema nós hacía imaginarnos, cómo sería ese problema, él de alguna manera nos daba el porqué de las cosas. Y cuando nosotros investigábamos, cuando nos dejaba cuestionarios, cuando nos dejó un cuestionario de la física clásica, pues ora, sí que usaba mi imaginación y de alguna manera ahí me sentí científico, de tal manera que... qué pasaría si... si algunas cosas no se hubieran descubierto hasta ahora; qué tipo de vida estaríamos viviendo ahora; a futuro qué nos esperaría. También cuando vimos vectores, por ejemplo, cuando un avión vuela, los factores que afectan su ruta, el viento, se me complicó un poco por la trigonometría.*

**¿Eres participativo en clase?**

*Mmm... yo cuando tengo una duda, trato que me la explique.*

**¿Cómo estudias física?**

*Mmm... pues, o sea, la tarea que deja el maestro, es demasiada, no me da tiempo de resolverla toda. Sí es interesante, no me aburre.*

**¿En clase se da la discusión de conceptos?**

*Sí, un compañero dice esto, otro dice otra cosa. El maestro nos ayuda con los problemas, a veces no entendemos que es eso de "derrotero" y el maestro nos ayuda a comprender, o eso de la barra despreciable.*

**¿Estudias la teoría?**

*A mí se me queda un concepto, es muy difícil que se me vaya.*

**Respecto al maestro de teoría ¿qué actitudes científicas identificas?**

*... pues, podría ser que de alguna manera, él cuando da una clase es la guía para resolverlo, él coopera con nosotros, cuando se nos atora un problema, él ya sabe dónde nos ayuda, como que va experimentando y aprendiendo con nosotros. Hay que tener una cierta tolerancia.*

**¿Y la maestra de laboratorio tendría actitudes científicas?**

*Pues... se basaba más que nada en un esquema muy tradicional, en un programa que hay que cumplir para tal fecha y se lo tienen que acabar. Ella nos da todo, como que no hay variantes.*

Fecha: 10 de nov. de 1996

Entrevista abierta y profunda

Alumna del 5° semestre

Escuela Preparatoria Norte.

Estudiante de tiempo completo

Lizbeth Adriana Vargas Luna

Edad 18 años

Tipo: Alumna no participativa

Tema: Concepción de conocimiento,  
ciencia y epistemología.

Subtema: Actitudes.

**¿Te enganchaste con la teoría de física?**

*Un poco interesante porque el maestro nos explica bien, sus exámenes son difíciles y largos y no los alcanzo a contestar todo.*

**¿La de laboratorio?**

*Este... como muy exigente y corajuda en la manera de dar su clase, deja trabajos que no entiendes bien y si no te salen bien te sale mal la práctica.*

**¿Cómo es que al de teoría le entiendes y a la vez te parece poco interesante?**

*Yo no le entiendo bien, porque yo no hago muchos ejercicios, pero él siempre explica y se hace interesante sólo cuando le pongo atención.*

**A la de laboratorio ¿le entiendes bien?**

*A veces sí y a veces no, sólo cuando llega de muy buena onda.*

**¿Qué piensas que sea el conocimiento?**

*... pues es... saber las cosas y poderlas desarrollar para lograr un objetivo.*

**¿Podrías distinguir entre conocimiento científico y conocimiento del sentido común?**

*El científico son cosas de aquí de la escuela, por ejemplo los experimentos que tienes que realizar, tienen un fundamento y el común, por ejemplo, lanzas un balón y ya meti canasta quién sabe porqué.*

**¿Para tí que sería la ciencia? Ya que de alguna manera aquí vienes a aprender ciencia como tú dices.**

*Es un conocimiento amplio y con grandes rasgos de lo que es, cómo se va a aplicar.*

**Si tú fueras científica ¿cómo le harías para hacer ciencia?**

*Primero andar investigando.*

**¿Qué es investigar?**

*Es buscar cosas que tengan alguna relación con un objetivo que yo tenga.*

**¿Qué harías después de investigar?**

*Lo comprobaría.*

**¿Así hacen ciencia los científicos?**

*Primero investigan, pero con más pasos, con cosas más desarrolladas.*

**¿Has tenido oportunidad de hacer ciencia aquí?**

*No.*

**¿En el laboratorio de física te sientes científica?**

*No, porque sólo es repetir lo que la maestra dice, es seguir lo que dice la maestra y ya.*

**¿Y en teoría?**

*Ahí como que sí, el maestro nos pone algunos ejemplos, como el de la fuerza de gravedad, que esto y lo otro, entonces en la noche se deja caer una hoja una plana y otra hecha bola, a ver cuál cae más rápido y experimentaba.*

**¿Cómo le haces para estudiar?**

*Hago ejercicios y no leo mucho.*

**¿El maestro de teoría tendría actitudes científicas?**

*Yo digo que sí, por la forma de explicar y cómo te va llevando en la clase.*

**¿Y la maestra de laboratorio tendría actitudes científicas?**

*No, hace lo mismo que nosotros, nada más repetir.*

Fecha: 10 de nov. 96.

Entrevista abierta y profunda

Alumno de 5° semestre

Escuela Preparatoria Norte

Alumno de tiempo completo

Juan Carlos Zúñiga Gómez

**Tipo: Alumno no participativo**

TEMA: Concepción de conocimiento,  
ciencia y epistemología.

Subtema: Actitudes.

**¿Cuántos años tienes Juan Carlos?**

*16 años.*

**¿Está difícil la pregunta?**

*(risas) Algo porque me confundo porque voy un semestre adelante, no sé si tengo 17 o 16.*

**¿Ah sí? Así es que vas adelantado.**

*Un año, tengo 16.*

**Vas a salir muy joven de estudiar.**

*Eso espero.*

**Bueno, la primera pregunta es si el maestro de física te presentó los objetivos del programa de la materia.**

*No.*

**¿Te presentó el contenido?**

*Sí.*

**Pero, ¿lo que se esperaba de ustedes?**

*No.*

**¿Te enganchas con la clase de física?**

*Está en la cuestión teórica, lo que pasa es que muchas veces no te enseñan a pensar, simplemente aquí está un ejercicio, se resuelve y órale. Ese es el problema, ¿va a hablar del laboratorio de física?*

*Sí.*

*Laboratorio de física, pienso que definitivamente está mal, porque llegas tú, vamos a hacer esto, esto y esto y no sabes ni porqué ni sabes ni cómo, simplemente se va a hacer esto, vas a calcular esto. Tiene tantas fórmulas, claro que las fórmulas te dejan investigarlas, pero están en cualquier libro.*

**¿El concepto ese de epistemología que ya te había preguntado?**

*¿Qué?*

*Yo simplemente epistemología lo vi, así como raíces griegas, como significados de las palabras y ya.*

**¿Eso es lo que tú entiendes?**

*Algo de las palabras.*

**¿Podrías distinguir entre diferentes tipos de conocimiento que uno tiene?**

*¿De las materias así clasificarlas?*

**En general.**

*El conocimiento empírico y el conocimiento científico. El empírico muchas veces lo adquiero y se mezcla con el conocimiento científico, un ejemplo es el fuego, yo me quemo, es empírico. En cambio el conocimiento científico, ya sé porqué es el fuego. Una combustión, etcétera, etcétera.*

**¿Das una explicación más amplia?**

*Por ejemplo, hay problemas en matemáticas en cuarto o tercer semestre que se deberían de aplicar, pero no mucho conocimiento empírico. Para tratar de poner una antena, necesito un cable, ¿de qué tamaño lo necesito para comprar este cable? Entonces el conocimiento científico se mezcla ahí, para saber el teorema de Pitágoras.*

**¿Podrías dar un ejemplo para física?**

*Ese es uno de mis problemas, que no puedo determinar en qué aplicar la física en la vida cotidiana, por éso en el examen que hicimos, le puse que no sabía.*

**O sea que en tu vida cotidiana no aplicas el conocimiento de física.**

*No.*

**¿No piensas en la física?**

*He pensado, bueno, a veces tengo ratos en que me pongo a pensar así. Bueno si la energía viaja a la velocidad de la luz, me pongo a calcular cuánto haría a un punto equis y veo que son días o meses y entonces digo: debe haber algo más rápido que la velocidad de la luz, entonces, ahí ya la estoy empleando. Pero es simplemente algo como así de pensar, pero así en realidad aplicarlo a la vida real, no.*

**¿No?**

*Tal vez, porque no trabajo. A lo que me refiero, es que si trabajara, tuviera que hacer algo constructivo, o cosas así, sí lo aplicaría pero a mi ritmo de vida...*

**¿No tienes necesidad de utilizar los conocimientos de física?**

*No, porque, por ejemplo, si nomás quiero levantar una mesa o una silla, yo no me voy a poner a calcular cuántas personas necesito, simplemente la alzo y ya...*

**¿Bueno, según tu opinión qué es lo que hacen los científicos cuando hacen ciencia?**

*Razonar mucho y pensar acerca del porqué de las cosas. Eso es lo que pienso, tratar de investigar.*

**¿Siempre sería buscar la causalidad o porqué de las cosas?**

*Sí, la causa, yo pienso que los científicos lo primero que hacen es el preguntarse ¿porqué? por ejemplo, los que estudian los astros y el movimiento de los planetas, primero se preguntan porqué se mueven, ¿a qué se debe eso? Yo pienso que los científicos la principal pregunta es ¿porqué?*

**Y luego ¿qué ocurriría después?**

*Luego tratar de investigar y tratar de investigar con más teorías e hipótesis y todo ese rollo y hasta el última llegar a una fórmula.*

**¿Lo fundamental sería llegar a una fórmula para un científico?**

*Comprobar algo, más bien, comprobar algo. Y esta comprobación sería la segunda fórmula y eso es lo que pienso.*

**¿Qué sería la ciencia para ti respecto a lo que me estás diciendo?**

*La ciencia es el buscar. La ciencia es el conocimiento de todos los científicos, ponerlos en una sola que tengan características similares. Eso sería aplicable a una rama de la naturaleza.*

**¿Eso es la ciencia?... y si tú fueras científico ¿qué harías?**

*Yo haría comprobar que hay otra teoría más rápida que la velocidad de la luz.*

**¿Eso sería algo interesante para ti?**

*Sería mucho muy interesante. Yo digo, en el plano del científico, digo que ya rompimos la barrera de algo, la barrera del sonido, ya traspasamos los mares, la Tierra, ya conquistamos el espacio y me gustaría en plan científico.*

**¿Cuándo entras al laboratorio de física podríamos decir que te sientes científico?**

*No, me siento una persona más, un estudiante cualquiera que va a llegar a sentarse, le van a decir qué hacer y lo va a hacer, así me siento.*

**¿Eso no es interesante?**

*Para mí no, lo interesante serían otras cosas.*

**Como ¿por ejemplo?**

*Si me dicen que hay que calcular algo, yo planeo cómo voy a calcular etcétera, etcétera. Pero hasta el momento, no, pero de ahora en adelante nos dejaron un trabajo de energía, de hacer una maqueta y eso es lo que me gusta. No me dijeron has esto, simplemente haslo.*

**¿Y tú cómo le harías para investigar?**

*Bueno, agarraría libros, nunca me presionaría, no estaría de que mañana tengo que entregarlo, sino, agarraría libros y empezaría a leer y lo que se me olvidara lo volvería a repasar, comprenderlo y comprenderlo y después de que ese tema lo mejorara a fondo en teoría, a fondo, aplicaría ya lo que es la práctica.*

**Y cuando estudias física ¿Cómo le haces?**

*Simplemente veo la fórmula, me la grabo de memoria, veo los problemas y ya.*

**¿No juegas con conceptos?**

*Mm... ¿A qué se refiere?*

**Por ejemplo, la relación entre masa y aceleración.**

*Casi no, no puedo.*

**¿Tú crees que el maestro de física tiene actitudes científicas?**

*Sí, por qué no sé, pero siento porque uno tiene un problema y te lo trata de explicar o tú vas y se lo explicas o explica bien la clase, cosas así, cuando el grupo no entiende algo, lo explica dos o tres veces.*

**¿Qué sería una actitud científica?**

*Que enseñe bien.*

**¿El maestro de física propicia que ustedes planteen hipótesis respecto a algún problema?**

*¿Hipótesis?... ¿respecto al resultado que va a dar?*

**O sea que, a partir de algún problema que ustedes piensen antes de resolverlo qué puede pasar.**

*Sí.*

**¿Y lo llevan a la comprobación práctica?**

*Sí.*

**Dame un ejemplo.**

*Comprobar de los planetas la fuerza centrípeta o centrífuga o algo así.*

**¿Y qué hicieron?**

*Entonces nos daba un problema y que nosotros pensáramos, porque primero resolvimos uno, parecido al otro y entonces nos dijo razonen y traten de hacerlo, ya lo tratamos de hacer y razonamos y vimos el porqué.*

*¿Pero ustedes escribieron la hipótesis?*

*Bueno, el problema, el planteamiento era algo de uno, porque no todo estaba dicho sino tenía que ver, por ejemplo, era de una persona que estaba parada sobre una superficie y el radio de la Tierra era entonces... tú tenías que planear, bueno si está parado sobre la superficie, cuánto mide de la Tierra a la persona.*

**¿Y al plantear el problema el maestro se planteó alguna hipótesis?**

*No, creo que no.*

**¿Tú sientes que realmente el maestro encuentra el conocimiento ante ustedes?  
Es decir, ¿que hayas notado sus dudas o declarado su desconocimiento frente a  
alguna idea, hipótesis o problema?.**

*No*

**¿Te gusta la física como materia?.**

*No está mal, no me gustó mucho, porque sinceramente a mí no me interesa.*

**¿Cuál es tu concepto de conocimiento?**

*Es tener idea de algo y que es aplicable a la realidad.*

**¿Cómo se obtiene el conocimiento?**

*A través de un método, que tenga una observación, una experimentación, aunque este método puede variar, por ejemplo, en derecho, el método varía porque no llevo experimentación.*

**¿Tendría actitudes científicas la maestra de laboratorio?**

*El chiste es que sólo nos hace seguir el programa, hagan esto, comprueben esto, no nos dice, "miren planeen cómo le hacen y después lo hacemos".*

**¿En teoría de física, te sientes científico?**

*Tal vez sí, porque trataba de seguir un método en sí, trataba de observar y me daba cuenta era muy poco lo que se veía en teoría a lo que hay afuera*

**Bien, muchas gracias Juan Carlos.**

Juan Carlos es considerado de los alumnos silenciosos. Finalmente aprobó la materia.

Fecha: 11 de nov. 96.

Entrevista abierta y profunda

Alumna de 5° semestre

Escuela Preparatoria norte

Ocupación: estudiante de tiempo completo

Perla Jazmín Degollado Hernández

Tipo: alumna no participativa

TEMA. Conceptos de conocimiento,  
epistemología y ciencia.

Subtema: actitudes

**¿Cuántos años tienes Perla?**

16

**¿El maestro de física te presentó durante el curso los objetivos, contenido, formas de evaluación y expectativas del programa?**

*El contenido.*

**¿Te enganchas con la clase de física?**

*Física, más o menos, yo me imaginaba otra cosa de física, pero ahorita, como estamos, en que son teoría y problemas, como que están un poquito complicados, más o menos.*

**¿Te parece interesante la clase?**

*Más o menos.*

**¿Qué sería algo más o menos interesante?**

*Como da sus clases.*

**¿Y el contenido?**

*Pues... sí, también.*

**¿Cómo le hace el maestro para dar sus clases?**

*No sé, la verdad, así como que, como si estuviera platicando y después te explica todo y ya después te pone a que hagas ejercicios, hace que lo razones, no nada más te lo explica, sino que, hasta que no lo entiendas cambia el tema.*

**¿Podrías distinguir entre varias formas de conocimiento?**

**¿Cómo qué conocimiento?**

**¿Por ejemplo, entre conocimiento científico y conocimiento del sentido común?**

*Pues sí.*

**¿Cuáles serían las diferencias?**

*Pues yo creo que el común es más fácil de aprender y menos complicado que el científico, como que es mucho problema, son muchas las cosas que se tienen que ver y para tener buen conocimiento científico, imagino que hay que saber muchísimas cosas, porque ahí también entra lo cotidiano, e ir relacionándolo con lo demás.*

**¿Y qué es el conocimiento?**

*El conocimiento en sí, en general, el conocimiento es algo que se aprende conforme pasa el tiempo, se conocen las cosas, se van identificando y entendiendo, van dándose más o menos las cosas.*

**¿Y cómo crees tú qué hacen los científicos cuando hacen ciencia?**

*Cuando hacen ciencia, pues no sé, me imagino que hacen muchos cálculos, comparan las cosas, las prueban, las relacionan con la vida cotidiana.*

**Si tú fueras científica ¿cómo le harías?**

*Yo creo que buscando información de cómo fue el inicio de la vida, cómo fueron las primeras personas que existieron, no sé.*

**¿Y cuándo entras al laboratorio de física, te sentirías científica?**

*Ahorita, yo creo que no, porque para ser científico, tendría que ser muy inteligente y manejar el cerebro, pero rapidísimo, mucha mentalidad abierta, imagino pues.*

**¿Y qué es investigar?**

*Indagar sobre dudas que se tengan de algo.*

**¿Entiendes tú qué es una actitud científica?**

*Creo que no.*

**Un tipo de actitud científica podría ser que cuando uno tiene una duda a partir de ella se puede formular algún problema, tal vez emitir una hipótesis, tratar de someterla a prueba, analizar. ¿El maestro de física tendría actitud científica?**

*Pienso que sí, porque él así como se presenta ante nosotros en la clase, yo pienso que así maneja su vida, muy metódico, muy práctico, como que relaciona todo con su vida, imagino que su vida debe ser muy ordenada.*

**¿El maestro se presenta con dudas, con problemas o hipótesis en clase? Dame un ejemplo.**

*Sí, un ejercicio que está haciendo en el salón, pregunta si tienen dudas y si no, dice esto es así, pero vamos a revisarlo para estar más seguros.*

**¿Y cómo los revisa?**

*Saca ejercicios, su fórmula y bueno, él ya la tiene mental, ya las tiene grabadas todas, me sorprende eso, pero sí y... este... empieza a sacar su fórmula y si no le sale, la hace con otra, y así, trata de comprobar, resolviéndolo con todo lo que él tiene, con todas sus posibilidades.*

**¿Experimenta en clase el maestro?**

*¡Ah! Sí, se pone que, por ejemplo, con él mismo, con sus libros, así como toma en cada mano y si se pone una fuerza en una, va a ser mayor que la otra y se pierde el equilibrio.*

**¿Qué te parece la dinámica de la maestra de laboratorio de física?**

*Bien, me gustó, porque nos pone a verificar.*

**Para ti ¿qué es la ciencia?**

*...Pues es la riqueza del hombre, se habla de muchas cosas, de la vida.*

**¿Porqué la riqueza?**

*Porque la ciencia tiene un método y cada uno se tiene que realizar, así va uno aprendiendo más.*

**¿Para ti tendría actitudes científicas la maestra?**

*...no, creo que no... el científico debe ser como loco, no sé, todo revuelto, con muchas ideas, todas tratando de unir las para formar un concepto.*

**¿Algún comentario que quieras hacer?**

*Que los maestros cambien su método de dar clase, como el de física que no fuera tan rápido, como que nos regresamos a que nos vuelva a explicar lo que nos dijo.*

## ANEXO 5

### FORMATO DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE CAMBIO CONCEPTUAL EVALUACION DE CAMBIO CONCEPTUAL

NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
EDAD \_\_\_\_\_ GRUPO \_\_\_\_\_ TELEFONO \_\_\_\_\_  
DIRECCION \_\_\_\_\_

*Resuelve el siguiente problema, forma parte de una investigación por lo que no afecta a tus calificaciones.*

Manuel le da una patada a una caja de refrescos y ésta se desliza por un plano horizontal. Dibuja el diagrama de fuerzas que intervienen cuando:

a) Se inicia el movimiento:



b) Está a la mitad de su recorrido:



c) Cuando cesa el movimiento:

