

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
DOCTORADO EN PEDAGOGÍA**

TESIS

**DESARROLLO Y CONCEPCIONES DE CIENCIA EN
LA UNAM**

**PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORA EN
PEDAGOGÍA**

PRESENTA

MTRA. MARIA EUGENIA ALVARADO RODRÍGUEZ

COMITÉ TUTORAL

TUTOR PRINCIPAL DR. FERNANDO FLORES CAMACHO

**MIEMBROS DR. AMBROSIO VELASCO GOMEZ
DRA. SARA ROSA MEDINA MARTINEZ**

CIUDAD UNIVERSITARIA

MAYO, 2005



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

Introducción	1
CAPÍTULO 1	
Orígenes y desarrollo de la ciencia en México.	
La institucionalización de la Ciencia, UNAM	7
1.1 Conformación de la ciencia en México	7
1.2 La institucionalización de la ciencia. La Universidad Nacional Autónoma de México	24
CAPÍTULO 2	
Reseña de investigaciones en el ámbito de la educación de la ciencia	45
2.1 Breve recuento de investigaciones	46
2.2 Reseña de las investigaciones en torno a la naturaleza de la ciencia	52
CAPÍTULO 3	
Diseño metodológico de la investigación	91
3.1 Estrategia metodológica	91
3.2 Selección de estrategia metodológica, diseño de instrumento	93
3.3 Elaboración del instrumento	100
3.4 Validación del instrumento	100
3.5 Selección de la muestra	112
3.5.1 Coordinación de la Investigación Científica	112
3.5.2 Coordinación de Humanidades	116
3.6 Recolección de datos	117
3.7 Procesamiento y análisis de datos	123
3.8 Análisis de la información	141

CAPÍTULO 4

Análisis y resultados 145

- 4.1 Análisis global de información por categorías
Coordinación de la Investigación Científica 145
- 4.2 Análisis global de información por categorías
Coordinación de Humanidades 172
- 4.3 Origen y situación actual en el desarrollo de la ciencia 192
- 4.4 Situación actual de la enseñanza de la ciencia en la UNAM 202

CONCLUSIONES 217

- 1 La necesidad de estudiar las concepciones de ciencia 219
- 2 La diversidad de enfoques epistemológicos 222
- 3 Sobre la claridad conceptual de las concepciones de los investigadores 224
- 4 Principales diferencias y semejanzas entre los dos subsistemas de investigación de la UNAM 227
- 5 Concepciones de ciencia y mejoramiento de la enseñanza de la ciencia 232
- 6 Expresiones e ideas en torno a la enseñanza de la ciencia 234
- 7 Barreras en el aprendizaje de la ciencia 237
- 8 Propuestas para la enseñanza de la ciencia 240
- 9 La enseñanza de la ciencia, un reto epistemológico, axiológico y ontológico 242

REFERENCIAS 249

ANEXO

Fundamentos teóricos, concepciones epistemológicas y categorías 275

**DESARROLLO Y CONCEPCIONES DE CIENCIA EN
LA UNAM**

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es continuación de la temática de mi tesis de maestría, pues prosigue en la línea de investigación sobre el desarrollo y las concepciones de ciencia y su enseñanza en la UNAM, con lo que se busca hacer un diagnóstico del desarrollo y situación actual de la ciencia y sus concepciones en la UNAM, sin la pretensión de generalizar, sino más bien de obtener resultados que nos permitan interpretar el pensamiento y la práctica de los investigadores.

Consideramos, como punto de partida, que uno de los aspectos más importantes de cada época histórica lo forman los trabajos científicos que en ella se emprenden, porque éstos se encuentran ligados inseparablemente a todas las condiciones determinantes de la vida económica, social, política y cultural, dentro del medio en el cual se conforma y se expresa el pensamiento de los hombres de ciencia. Por ello, es necesario analizar las condiciones sociales en que se producen las investigaciones científicas y las concepciones epistemológicas en que se apoyan o pretenden apoyarse, lo mismo que estudiar las consecuencias resultantes tanto en sus aplicaciones directas como en sus influencias sobre el desarrollo cultural y social (Gortari, 1957: 5).

En la influencia del contexto sociocultural y económico en la investigación científica, también nos lo señala John D. Bernal, siempre se da una relación entre la historia, la ciencia y la vida en sociedad; y para entender esas relaciones es necesario conocer la historia: “En la ciencia más que en cualquier otra institución humana es necesario investigar el pasado para poder comprender el presente y dominar el futuro.” (Bernal, 1959: 25). La relación no existe por sí sola, sino dentro de una sociedad determinada, en un lugar y en una época definidos.

Es necesario analizar cómo se producen las investigaciones científicas y las concepciones filosóficas y epistemológicas, en que se apoyan o pretenden apoyarse, lo mismo que estudiar las consecuencias resultantes, en especial para la educación. El examen del desenvolvimiento histórico de todos estos factores y la comprensión de sus condiciones

presentes constituyen un material valioso del cual se pueden extraer los modos de actuar eficazmente en el presente y en el porvenir (Gortari, 1957: 5). Así podemos señalar que en el desarrollo de esta investigación actúan tres factores, a saber: las concepciones de ciencia de los investigadores, que son los informantes clave, lo histórico, que pretende explicar el porqué se encuentran los diferentes ámbitos en las condiciones actuales, y lo que sucede a partir de que se institucionaliza la ciencia; de qué manera esta institucionalización da vida científica a la Universidad e influye para la conformación del ambiente científico del país.

De los tres factores enunciados, es precisamente el de las concepciones de ciencia el que menos se ha trabajado, debido quizás a que se consideraba algo que no requería análisis por estar implícito en la propia investigación. Habría que tener en cuenta que mucho de la influencia de investigadores y profesores en los alumnos se debe a la concepción de ciencia que poseen, misma que la mayoría de las veces no es consciente, pero sí ejerce una influencia importante.

En este trabajo partimos de considerar que las concepciones de los académicos tienen una gran influencia en su quehacer de investigación, docencia y difusión de la ciencia; concepciones epistemológicas, que se han ido reproduciendo, y se hace necesario detectar cuál ha sido el desarrollo social científico y cultural de la UNAM y cuál es la concepción de ciencia que rige la vida universitaria, así como analizar por qué causas no ha sido objeto de conocimiento de diferentes instancias, tales como la Coordinación de la Investigación Científica o, bien, la Coordinación de Humanidades, a través de los Programas, Centros e Institutos que las conforman.

Como ya se dijo, el propósito de este trabajo es realizar un diagnóstico que posibilite mostrar cuál es la situación actual de las concepciones de ciencia de los investigadores de la UNAM y buscar alternativas, para que su influencia en la docencia tenga un impacto que promueva mejores condiciones en la actividad científica; para ello requerimos reconocer lo que tenemos, de tal forma que encontremos opciones que ofrezcan algún cambio según sea necesario.

El primer capítulo es una breve reseña de la historia de la Universidad en la que presentamos cuál ha sido la participación de la ciencia en el desarrollo histórico y cómo se fueron dando las condiciones para la creación de los espacios de generación, producción y enseñanza de la ciencia. Posteriormente se hace referencia al proceso mediante el cual se ha dado la institucionalización de la ciencia y cómo se ha desarrollado a través de la participación de los diferentes actores académicos, y el papel relevante que tienen los investigadores, principales responsables en el desarrollo e institucionalización de la ciencia, a partir de sus actividades a través de diferentes expresiones, sea en la política, en la administración, pero principalmente en los laboratorios, aulas y diferentes espacios académicos.

El segundo capítulo es una reseña de las investigaciones sobre concepciones de ciencia en un nivel internacional. Como resultado de este diagnóstico reafirmamos la necesidad de realizar nuestro trabajo con los investigadores nacionales.

El tercer capítulo consiste en el diseño metodológico de la investigación que se realizó; presentamos la estrategia metodológica, las categorías a trabajar, la selección y diseño del instrumento, así como la selección de la muestra; la recolección y procesamiento de los datos.

El análisis de la información es el cuarto capítulo. Por procedimiento presentamos primero el análisis global de la información por categorías de la Coordinación de la Investigación Científica; posteriormente, el análisis de la Coordinación de Humanidades. Asimismo incluimos aquellas aportaciones que realizaron los entrevistados en relación con el origen y la situación actual para el desarrollo de la ciencia.

Para cerrar este apartado se incluye la visión que tienen los investigadores en torno a la enseñanza de la ciencia, su sentir, y sus opiniones en cuanto a lo mucho por hacer con el poco haber.

Como conclusión y sugerencias presentamos el trabajo de investigación y docencia, así como los aportes de sus investigadores y profesores realizado desde la creación de Ciudad Universitaria. Pese a ello no podemos dejar de señalar que existe un gran reto para nuestra

universidad en relación con las concepciones de ciencia y su enseñanza. Para enfrentar este reto podríamos considerar en principio las sugerencias y observaciones de los propios actores de la ciencia, como son los investigadores con los que hemos trabajado la presente tesis.

CAPITULO I

CAPÍTULO 1

ORÍGENES Y DESARROLLO DE LA CIENCIA EN MÉXICO Y EN LA UNAM

1.1 Conformación de la ciencia en México

Para hablar de los orígenes de la ciencia en México es necesario señalar, que si bien es cierto que existe constancia de que en el México Precortesiano se contaba ya con diferentes avances y aportes que se remontan a la época de los aztecas, mayas y otras culturas, hasta el momento éstos no han sido considerados en su mayoría por la denominada ciencia occidental.

Con el arribo de los españoles al Nuevo Mundo llegó también un sinnúmero de grupos con una diversidad de intereses y formaciones, y no es sino hasta la primera mitad del siglo XVI, que se había creado un ambiente cultural propicio para la fundación de escuelas y colegios, cuando se vio la necesidad de fundar una Universidad. Los misioneros expresaron, en voz de Fray Juan de Zumárraga, que era “necesario una universidad en la que se lean todas las facultades que se suelen leer en otras universidades” (Gaceta UNAM, septiembre 3 de 2001, suplemento especial); estas palabras las mencionó el fraile al dar inicio a una serie de gestiones para la creación de la Universidad en 1536. Pero es hasta el 21 de septiembre de 1551 cuando se firma la cédula que da creación a la Real y Pontificia Universidad de México.

La Universidad llegó a México,

...como en algunos otros países de América Latina, con los colonizadores españoles en el siglo XVI; si bien era un producto transplantado del contexto histórico europeo que le había dado origen, en el nuevo continente adquirió ciertas características específicas [...] como son [...] que primero surge, desde el poder externo, el decreto que las crea y les concede funciones y privilegios, y sólo más tarde, y con algunas dificultades, surge la congregación de maestros y alumnos, la universidad propiamente (Bruner, 1990 citado por Blum en Campos, 1992: 55-56).

La época de la colonia en la Nueva España fue la que dio vida a la Universidad de México, con los vaivenes del clima político, social e intelectual que caracterizó ese momento histórico. Para efectos del análisis de los orígenes de la ciencia en nuestro país, nos remontaremos al siglo XVIII, así como a la situación en la que se encontraba la ciencia en el concierto de las naciones. Para ello, brevemente presentaremos un esbozo de esa situación.

En primer lugar, es necesario hacer referencia a que en la época que podríamos llamar de origen de la ciencia moderna, después de la edad media,

la [...] represión eclesiástica resultó impotente para detener el impulso revolucionario de las nuevas concepciones filosóficas. El espíritu moderno y las nuevas fuerzas sociales que le sirven de fundamento acabaron por imponer dos cambios básicos en la orientación del pensamiento: la indagación directa en los procesos de la naturaleza, por medio del experimento y el desarrollo de la explicación racional de estos mismos procesos, en correspondencia con los enlaces objetivos y con la acción recíproca que entre ellos se observa. (Gortari, 1957: 10-11)

La cédula de creación de la Universidad señalaba que sus alumnos debían ser instruidos en las cosas de la fe, aspecto que se vio modificado por la ciencia moderna, ya que ésta

agrietó irremediamente los cimientos de la autoridad eclesiástica y desató la revolución que nos ha traído el descubrimiento y la convicción cierta de que en la naturaleza no existen situaciones privilegiadas y, por ende, de que los privilegios sociales son destructibles por la acción del hombre, ya que no están ligados de manera ineludible, ni menos son intrínsecos a la naturaleza humana. (Eli de Gortari citado en García, 1993: 63)

En este ambiente de creación y participación de los diferentes grupos con diversos intereses y posiciones teóricas, que podríamos llamar estudiosos, se origina la institucionalización y la profesionalización de la ciencia, con la consiguiente formación de comunidades científicas, lo cual ha desempeñado, en efecto, un papel esencial en la constitución y en el desarrollo de las disciplinas científicas. A través de dichas comunidades, apoyadas en instituciones docentes e investigadoras, avanzó el proceso de especialización que tan decisivo ha sido para el progreso científico desde los siglos XVIII y XIX. Son precisamente estas acciones las que habrán de dar los cimientos para la conformación de las nuevas disciplinas, al aportar los primeros criterios para la organización del conocimiento, y la conformación de las comunidades científicas, que será un paso determinante para la construcción de las áreas del conocimiento.

Al respecto Capel (1990: 21) nos dice que:

en el siglo XIX se produce un hecho que adquirirá una importancia creciente. Se trata de la constitución de comunidades científicas bien estructuradas y con fuertes apoyos institucionales. Son ellas las que hacen cristalizar la ciencia en disciplinas bien configuradas y compitiendo entre sí por dominar campos del saber bien definidos. Lo que empezó siendo un problema de clasificación racional de bibliotecas, que exigía previamente una clasificación de las materias a ordenar; lo que, a partir de ahí, se convirtió en una cuestión filosófica de clasificación de las materias a ordenar; lo que en el siglo XVIII constituyó también un ejercicio y un esfuerzo, más o menos afortunado, de proponer nuevas denominaciones, acabó en el siglo XIX cristalizando en disciplinas rígidamente configuradas y cultivadas por comunidades científicas competitivas entre sí.

Así como la ciencia moderna dio inicio a una gran expresión de la creatividad y creación del hombre (al igual que hoy), estos esfuerzos se multiplicaron con el origen de las organizaciones científicas:

No se hizo esperar, la hostilidad de las fuerzas reaccionarias, misma que empezó a ser contrarrestada parcialmente por la organización de los científicos al agruparse en las academias que se fundaron entonces o poco más tarde. Entre ellas, las más destacadas fueron la Accademia dei Lincei de Roma establecida en 1600, la Accademia del Cimento de Florencia en 1651, la Royal Society de Londres en 1662, la Académie des Sciences de París en 1666, la Societät der Wissenschaften de Berlín en 1700 y la Akademia Nauk de San Petersburgo en 1725. Estas academias, junto con otras que se crearon posteriormente, hicieron avanzar de manera muy importante a la ciencia y, sobre todo, la convirtieron en una institución influyente dentro de una sociedad todavía abrumada por los prejuicios religiosos y por la intolerancia; hasta conseguir, a principios del siglo XVIII, que la ciencia fuese lo suficientemente poderosa para que no se la pudiera atacar sin fundamentos. (Gortari, 1980: 232)

Mientras el resto de Europa vivía un esplendor científico y cultural, en España, y por lo tanto en la Nueva España, prevalecía el oscurantismo. El ambiente intelectual era particularmente denso en torno a las ciencias naturales consideradas peligrosas, inútiles y perniciosas —incluso en nuestros días algunas personas siguen pensando así—. Sólo eran aceptables la teología escolástica, la moral y la expositiva, aún en las disciplinas más prácticas como la medicina.

Mientras en el extranjero —según decía Feijoo con verdad— progresa la física, la anatomía, la botánica, la geografía, la historia natural, nosotros nos quebramos la cabeza y hundimos con gritos las Aulas sobre si el Ente es unívoco o análogo; sobre si trascienden las diferencias; sobre si la razón se distingue del fundamento [...] Las matemáticas superiores no se conocían ni de oídas en las universidades españolas, incluyendo la de Salamanca, según el testimonio de Diego Torres, recogido por Feijoo. (Gortari, 1980: 238)

En la Nueva España los jesuitas se caracterizaron por ser los primeros que intentaron institucionalizar la filosofía natural:

Entre los que participaron en la reforma educativa se encuentran: José Rafael Campoy (1723-1777), Francisco Javier Clavijero (1731-1787), Agustín Castro (1728-1790), Diego José Abad (1727-1779) [...] En particular Campoy, Abad y Clavijero influyeron en la instrucción que se impartía en las instituciones a las que pertenecían, se preocuparon especialmente por introducir la enseñanza de la física y darle prioridad al lado del método científico sobre la metafísica. (Ramos, 1999: 195)

Antes de ser expulsados del país en 1767 los jesuitas impartieron enseñanzas en las que estaban las nociones y tendencias propagadas en Europa, entre otras el atomismo, la neumática, la gravitación universal, el descrédito del sistema geocéntrico —aunque sin aceptar explícitamente las ideas de Copérnico—, la generación seminal, la existencia de manchas solares, el reconocimiento de las nuevas estimaciones hechas sobre las distancias de los planetas y las estrellas, la orientación hacia la observación y el experimento y la crítica del argumento de autoridad. En las clases no utilizaban textos, sino apuntes dictados por los propios preceptores; citaban entre otros autores a Descartes, Platón y Bacon.

“En la Universidad de México, la escolástica seguía dominando y las enseñanzas consistían principalmente en el estéril aprendizaje de memoria de los textos de autoridades reconocidas” (Gortari, 1980: 239). Corría el año de 1775:

El hombre de ciencia mexicano del siglo XVIII respondía a una profunda necesidad nacional, al intentar hacer un inventario de la riqueza material y cultural de México. Además, con este movimiento los mexicanos se pusieron por primera vez en contacto directo con los investigadores de muchos países europeos, ya no solamente con los españoles.

En consecuencia, su concepción del mundo correspondió a la universalidad de la ciencia moderna y, sin duda, esta emancipación intelectual sirvió como antecedente para la emancipación política (Gortari 1980: 242)

Que tuviera lugar en 1810. No está de más recordar que los líderes de la independencia mexicana eran intelectuales de estirpe, y que entre ellos se encontraban las enseñanzas de los jesuitas. Con la independencia, la universidad entró en un período de clausuras, cuatro en un lapso de veinte años.

La figura central del movimiento científico que se desarrolló en el último tercio del siglo XVIII fue José Antonio Alzate, quien nació en Ozumba, en el actual Estado de México el 21 de noviembre de 1737, y murió el 2 de febrero de 1799. Estudió en el Colegio de San Ildefonso y obtuvo los grados de bachiller en artes y en teología. Adquirió después por su cuenta profundos conocimientos sobre ciencias naturales y filosofía moderna, y se dedicó con pasión a la investigación científica. (Gortari 1980: 243)

Las propuestas de los hombres de ciencia respondían a una profunda necesidad nacional que se ligaba estrechamente a una tradición científico-técnico-cultural, proveniente de siglos atrás. Resulta interesante analizar estos aspectos, ya que la ciencia se desarrolló durante mucho tiempo de manera independiente de la técnica:

Por una parte los novohispanos tuvieron que hacer uso de su ingenio para inventar instrumentos y artefactos que les permitieran superar sus propios problemas o limitaciones técnicas; por la otra el interés personal de algunos individuos por la filosofía natural condujo a la introducción de la ciencia moderna; lo conjugado con el contexto local del período de la ilustración, propició una difusión sin precedentes de la ciencia. El desarrollo de ambos aspectos creó condiciones propicias para que en el siglo XVIII se pudiera utilizar la ciencia con fines prácticos y se le abriera un espacio institucional tanto en la producción como en la enseñanza oficial. (Ramos, 1999: 194)

Y afirmar la ciencia su dominio universal sobre todos los campos del conocimiento humano, incluyendo la indagación racional y objetiva acerca del origen y el desenvolvimiento histórico de las religiones.

La secularización de la enseñanza, así como los antecedentes de la enseñanza de la ciencia, son dos aspectos que se encuentran estrechamente vinculados a los orígenes de la ciencia en México. De tal forma podemos ver que el gobierno de Carlos III abrió a la vez las puertas al comercio internacional y propició también la introducción de la ciencia moderna tanto en España como en las colonias americanas.

Hasta antes de 1767, año en el que se funda el Colegio de las Vizcaínas, la educación se encontraba en manos del clero. Es con la fundación de ese colegio que da principio la secularización de la enseñanza:

A través de una lucha tenaz, prolongada y violenta, Ambrosio Meave, Francisco Echeveste y Manuel Aldaco lograron conquistar el reconocimiento de la independencia de este colegio y la aceptación papal y real de su carácter riguroso y completamente laico. En estas condiciones fue como el Colegio de las Vizcaínas inauguró sus enseñanzas de artes y oficios para mujeres, después de 16 años de tener terminado su propio edificio, que fue el lapso en que se prolongó la lucha finalmente victoriosa de sus fundadores en contra de la Iglesia. (Gortari 1957: 14)

En 1768 se decreta la fundación de la Real Escuela de Cirugía, independiente de la Universidad; en 1781 se establece la Academia de las Nobles Artes de San Carlos; otro establecimiento laico fue el Jardín Botánico de México, fundado en 1788.

El quinto establecimiento laico de enseñanza, y sin duda el de mayor envergadura científica, fue el Real Seminario de Minería, inaugurado en 1792 bajo la dirección de Fausto Elhuyar, de acuerdo con el proyecto presentado 14 años antes por Joaquín Velázquez Cárdenas y León [...] Su carácter eminentemente científico lo hizo ser el establecimiento más independiente de la organización eclesiástica. El Colegio de Minería sirvió, además, para que circulara un mayor número de libros científicos, con la consiguiente difusión de las ideas modernas contenidas en ellos; y también para que se conocieran

y emplearan las ventajas de muchos aparatos para la investigación en el laboratorio. (Gortari, 1957: 17)

La fundación del Real Seminario de Minería en 1792 “marca un momento crucial en la historia de la ciencia y la tecnología en México”. Por primera vez reciben instrucción científica, de manera oficial, estudiantes que en un futuro resolverán los problemas de la minería. “La introducción de las matemáticas, la física, la química y de las diversas ramas del saber científico de ellas derivadas, dieron a la colonia un lugar preponderante en el continente.” (Trabulse, citado por Ramos, 1999: 199). El Real Seminario de Minería se inauguró el 2 de enero de 1792, y se convirtió en el primer colegio en México, y en América, donde se institucionalizaron las ciencias: matemáticas, física, química y mineralogía. En él se desarrollaron conceptos racionalistas como la discusión libre y la necesidad experimental de partir de los hechos y volver a ellos para verificar las conclusiones establecidas. El Colegio de Minería fue considerado la primera casa de la ciencia de México.

Entre las ideas que apoyaron la fundación de los cinco establecimientos de enseñanza laica que se organizaron en México en el último tercio del siglo XVIII, se encuentran: la convicción racionalista de que todos los argumentos se basaran en la discusión libre y constructiva y la necesidad experimental de partir de los hechos y volver a ellos para verificar las conclusiones establecidas:

Por esto la creación y funcionamiento del Seminario de Minería representó la realización concreta más importante del movimiento científico, que tuvo en Alzate, como ya lo mencionamos, su exponente más distinguido y con mayor visión sobre sus consecuencias futuras. Y, junto con los otros establecimientos, en el Colegio de Minería se perfiló claramente entonces la fisonomía laica que adquirió luego la enseñanza y el desarrollo científico de México, cuando triunfó el movimiento liberal de la Reforma. (Gortari, 1980: 251)

Para 1803, a decir de Humboldt, "Ninguna ciudad del Nuevo Mundo, sin exceptuar las de los Estados Unidos, posee establecimientos científicos tan grandes y sólidos como los de la capital mexicana. Citaré sólo la Escuela de Minas, dirigida por el sabio Elhuyar, el Jardín Botánico y la Academia de las Nobles Artes" (Gortari, 1980: 260).

El desarrollo del capitalismo también influyó en el campo de las ciencias y los descubrimientos y aportaciones de Christian Wolff (alemán matemático, 1679-1754), Jean Baptiste de Monet Lamarck (francés naturalista 1744-1829) y Charles Darwin (naturalista británico, 1809-1882), quienes establecieron la teoría de la evolución biológica. Con todas estas aportaciones se formó la nueva concepción de la naturaleza, al comprobarse que tanto en su conjunto como en sus partes componentes se da un proceso eterno de movimiento y transformación de devenir y de acción mutua (Gortari, 1980: 276-277). Paralelamente a esta concepción de la naturaleza, y en buena parte con su ayuda, se estableció también la teoría científica del desarrollo y la transformación de la sociedad humana y se descubrió el fundamento de la historia del hombre en el carácter de sus relaciones de producción, lo cual trajo aparejado el esclarecimiento de las leyes y condiciones que gobiernan el cambio de sus instituciones económicas, sociales, políticas y culturales.

En este contexto, el doctor José María Luis Mora dicta a sus alumnos el primer curso de Economía política que se hizo en México (Gortari, 1957, 28), y expone los principios en los que el presidente Gómez Farías se fundamenta para constituir los seis Establecimientos de Estudios Mayores conforme a la ley de 1833:

El primer objetivo que se perseguía era el de arrancar la educación del monopolio en que la mantenía el clero, para crear en los jóvenes el espíritu de investigación y de duda, que encamina y aproxima a la verdad. En lugar del hábito de dogmatismo y disputa. En dichos Establecimientos se suprimieron los trajes tales que se acostumbraban en la Universidad clausurada, sin

poner en su lugar uniforme ni distintivo alguno que pudiera tomarse como símbolo del goce de privilegios o fueros. (Gortari, 1980: 285)

Los nuevos centros educativos agruparon y separaron los conocimientos y la enseñanza, organizándose así los seis establecimientos: de Estudios Preparatorios, de Estudios Ideológicos y Humanidades, de Ciencias Físicas y Matemáticas, de Ciencias Médicas, de Jurisprudencia y de Estudios Eclesiásticos.

En el tercer establecimiento, el cual correspondía al de Ciencias Físicas y Matemáticas, se reunieron todos los estudios científicos; fue dotado con cátedras de matemáticas puras, de física, de historia natural, de química, de cosmografía, de astronomía, de geografía, de mineralogía, de francés y de alemán: "En realidad fue la continuación del Colegio de Minería, que conservó su mismo edificio; se incorporaron a este colegio las cátedras de botánica, de agricultura práctica y de química aplicada, lo mismo que los plantíos experimentales, que antes formaban parte del Establecimiento de Santo Tomás" (Gortari, 1980: 286).

El 2 de diciembre de 1867, el gobierno de Juárez promulgó la Ley Orgánica de Instrucción Pública, preparada por Gabino Barreda y Francisco Díaz Covarrubias. Toda la estructura de la educación quedó armada de acuerdo con la concepción filosófica del positivismo sociológico planteado por Augusto Comte, y sustentado por Barreda, mismo que será el fundamento ideológico para la fundación de la Escuela Preparatoria. El positivismo vino a ser el exponente de la iniciación del régimen capitalista, implantado por la burguesía: "La filosofía positivista niega por completo toda superación ulterior; es más renuncia de manera expresa al mero intento de indagar su posibilidad. La concepción del mundo que el positivismo presenta se limita al relato de los hechos observados, excluyendo toda explicación sobre ellos" (Gortari, 1980: 300).

La fundación de la Escuela Preparatoria, institución clave para la nueva enseñanza, separó la educación secundaria de la instrucción profesional. En los

cursos preparatorios se abarcó entonces, de manera integral, el conjunto de las ciencias positivas conforme un plan de estudios único para todos los alumnos, y dispuestos por orden de la generalidad decreciente y de la complicación creciente de las disciplinas. Tal como lo describía después Porfirio Parra, “la ciencia en conjunto era considerada como el medio educativo por excelencia de la razón humana; y cada ciencia en particular, en vez de ser desprendida y aislada de las otras, formaba con ellas una vasta jerarquía” (Parra 1902, citado por Gortari, 1980: 303).

En este ambiente de búsqueda y creación de espacios educativos, en 1879 el Consejo Superior de Salubridad fue elevado a la categoría de autoridad sanitaria, otorgándole al mismo tiempo autonomía en sus funciones y un presupuesto propio. Ese mismo año, la Academia de Medicina asignó una subvención de 4 mil pesos anuales al doctor Ignacio Alvarado, para realizar estudios sobre la fiebre amarilla; ésta fue la primera vez que se concedió una subvención para hacer investigaciones científicas (Gortari, 1980: 328), acto que representa el inicio del apoyo presupuestal a la investigación en nuestro país.

Con el apoyo presupuestal y con su reforma de la enseñanza, los positivistas consideraron que la educación tendría que producir, por necesidad, frutos maduros dentro del dominio de la ciencia, como el mejor resultado del progreso ordenado.

Es decir que, por lo menos en teoría, se trataba de poner al alcance de muchos mexicanos el adiestramiento científico, para inculcarles las virtudes en que se sustentaba el orden: la paciencia, la conformidad y la confiada esperanza. Además, los positivistas estimaban que las ciencias dominaban prácticamente todas las actividades humanas y formaban, en rigor, una ciencia única. (Gortari, 1980: 310)

Cuando se trataba de probar el progreso alcanzado por el positivismo mexicano en el seno de la ciencia —esto es, las consecuencias del impulso dado a las

investigaciones— sus partidarios aducían ante todo el cuantioso volumen de los trabajos científicos escritos en esa época, las muchas instituciones fundadas entonces y el gran número de sociedades científicas que se crearon junto con los tomos de sus memorias y de sus revistas (Gortari, 1980: 316). En este aspecto, entre las publicaciones periódicas destacaron por su importancia científica el *Anuario*, del Observatorio Astronómico Nacional, los *Anales y el Estudio*, del Instituto Médico Nacional, *La Naturaleza*, de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, *Los datos para la materia médica mexicana*, *Las memorias*, de la Sociedad Científica “Antonio Alzate”, *La Gaceta Médica de México*, que se ha publicado desde 1864, entre otros (Gortari, 1980: 317).

Para el año de 1900 la ciencia, que había sido sin duda alguna uno de los elementos integrantes del programa de la Reforma liberal en México, estaba reducida a su enseñanza muerta y era empleada como elemento mágico dentro de la política del llamado partido científico (Gortari, 1980: 306).

Así, el positivismo modificó las condiciones del desenvolvimiento de la ciencia en México, acumulando libros, instrumentos y aparatos para hacer posible la transmisión de los conocimientos —o sea, para su aprendizaje por medio de la enseñanza— y, también, permitió y dio gran impulso a la reunión de una enorme cantidad de datos, la cual sirvió de materia prima para las investigaciones ulteriores, a pesar de las lagunas e insuficiencias de muchos de esos materiales.

No obstante, con el positivismo nunca se llegó a la fase de elaboración científica en sentido estricto —salvo algunas excepciones que confirman justamente la falla— y, por consiguiente, la ciencia siguió en México con un atraso notable respecto a la europea (Gortari, 1980: 319). Con ello:

la antigua aspiración porfiriana de que México dispusiera de una información puesta al corriente sobre el desarrollo de la ciencia en el mundo, se convirtió en la preocupación de que los hombres de ciencia mexicanos participaran

activamente en la elaboración misma del conocimiento científico. (Gortari, 1980:356)

Los científicos mexicanos habían realizado sus trabajos en diferentes instituciones que serían antecedente de la Universidad Nacional, entre las cuales podríamos mencionar: El Colegio de las Vizcaínas, la Escuela de Cirugía, el Colegio de Minería y el Jardín Botánico entre otros.

El país se encontraba en una lucha permanente; en búsqueda de su independencia y su identidad, y la universidad no era ajena a este ambiente; vivía un periodo de clausuras y reaperturas comprendido entre 1810-1867, en el cual, en 1833, fue declarada "inútil, irreformable y pernicioso" y, por ende, fue suprimida (Dorothy Tanck de Estrada citada por Soberón, 1983: 22-223). En 1834 reanudó actividades, siendo presidente Antonio de Santa Anna. En 1856, con Comonfort, fue clausura de nueva cuenta; en 1857 se designó a Félix Zuloaga presidente y se derogó el 5 de mayo el decreto que impedía a la universidad continuar con sus funciones. Posteriormente, el 23 de enero de 1861 Juárez ordenó al rector entregar la Universidad al gobierno. Más adelante todavía, durante la intervención francesa, Maximiliano la reinstaló, y él mismo la clausuró definitivamente en 1867.

En un ambiente político y económico posterior a la ocupación francesa, en 1881, Justo Sierra, diputado por el Congreso de la Unión, afiliado a la corriente liberal positivista, puso a consideración un proyecto que proponía el establecimiento de la Universidad Nacional como una corporación independiente, con reconocimiento jurídico, estructura curricular positivista y con un sistema de gobierno integrado por directores, profesores y alumnos (Soberón, 1983: 25). Sin embargo esta propuesta no fructificó sino hasta 1910, cuando Justo Sierra, en su calidad de secretario de Instrucción Pública y Bellas Artes, nuevamente pone a consideración del Congreso de la Unión la iniciativa de ley que planteaba el laicismo y la independencia del Estado de la Universidad Nacional, con una fuerte crítica a lo que había representado la universidad colonial.

En la propuesta, Justo Sierra, fuente inspiradora del nuevo proyecto universitario, señalaba:

El periodo que se ha abierto para la instrucción pública, con la creación de la Escuela Preparatoria, está produciendo resultados de alta trascendencia; digan lo que digan los ignorantes y los reaccionarios, es profundamente benéfico en materia de instrucción la adopción de un método fundado en hechos, es decir, en la verdad, en vez de los rancios sistemas arbitrarios del pasado. (Rafael Ángel de la Peña en Sierra, 1991: 21)

Por lo que debemos reconocer que:

La ciencia moderna ha conquistado, desde que Bacon en *Novum Organum* defendió el método experimental, el derecho de marchar con absoluta independencia de toda filosofía o religión. Va de fenómeno en fenómeno por el camino de la observación, y de los hechos deduce las leyes que rigen al mundo físico y social. Este método y estas leyes constituyen, es cierto, una filosofía, pero una filosofía a *posteriori*, que ha sido bautizada con el nombre gráfico de positivismo. (Sierra, 1991: 29).

En nuestras escuelas

Nada tenemos que decir de la enseñanza de las ciencias experimentales y de las que corresponden a las diversas ramas de la historia natural. Encomendadas a personas de la más alta competencia, han sobrepujado a todas las esperanzas, y será siempre la honra del sistema creado por el plan de estudios que hoy agoniza. (Sierra, 1991: 13)

Las palabras de Justo Sierra en cuanto a la reconstrucción de la Universidad para crear un centro de alta cultura científica, en consonancia con los progresos modernos y para que difunda el saber son en cuanto que [...] la universidad [como] un cuerpo docente es indispensable [...] para la investigación científica está la llamada Escuela de Altos Estudios, donde se

concentrara la investigación científica y los Institutos que forman parte de ella (Sierra, 1991: 318)

La investigación será absolutamente desinteresada, pero haciéndose constantemente sobre elementos mexicanos. Constituirá la contribución mexicana al acervo común de la ciencia humana y tendrá necesidad de aplicar constantemente sus resultados al adelanto social mexicano. (Sierra, 1991: 496)

En la consulta que se planteó para exponer la necesidad de crear una Universidad Nacional, en 1810,

Luis E. Ruiz pregunta ¿qué valor tiene en el

proyecto [de la creación de la Universidad Nacional] la prevención que se refiere al establecimiento inmediato de clases de pedagogía en la Escuela Normal y de Altos Estudios? [...] Puesto que en la instrucción son esenciales estos dos factores, el maestro y el discípulo, es necesario buscar por medio de la mejora del maestro el adelanto del discípulo. Un maestro no es sólo un hombre que sabe, sino que sabe enseñar; necesita, pues, no solamente la ciencia sino el método (Sierra, 1991: 72).

De esta respuesta podemos destacar el carácter eminentemente humanista de don Justo Sierra.

Es así como se recupera la experiencia positivista de la Escuela Nacional Preparatoria, la cual inicia bajo la dirección de Gabino Barrera, de quien en algún momento se consideró el más fiel representante de la doctrina de Augusto Comte, ya que es él quien se apega más a los principios comteanos (Santiago Ramírez 1973, en Beller *et al.*)

Con estos antecedentes y una nueva idea de lo que debería ser la Educación Superior se funda la Universidad Nacional de México el 22 de septiembre de 1910. Paralelamente a la fundación de la Universidad se crea la Escuela de Altos

Estudios, con el propósito de cultivar la ciencia a través de un método sistemático y ordenado.

Desde mediados del siglo XIX, con la segunda revolución industrial, se establecen nuevos desafíos para la institución universitaria que pasa a ejercer en forma creciente funciones de entidad generadora de conocimientos, conjuntamente con los centros e institutos de investigación estatales y privados. A fines del siglo XIX se interrumpen algunas de esas vinculaciones debido al avance de la ciencia pura (Casas, en Campos, 1994: 2). También es necesario considerar que una historia de las relaciones entre la universidad y el sector productivo inicia a principios del siglo XX, y van adoptando diferentes características.

En lo que se refiere a la enseñanza científica, la fundación de la Universidad Nacional de México tuvo gran importancia, porque en varias de sus escuelas se elevó el nivel de dicha enseñanza y se establecieron nuevos cursos. En particular, la Escuela de Altos Estudios, que como ya mencionamos se creó a la par que la Universidad Nacional de México, y que tenía a su cargo la actividad científica, se encargó de “coordinar los institutos de investigación, ya creados y agruparlos en torno a un organismo nuevo en el que estudios especiales permitan subir a un nivel más alto las enseñanzas de los profesores futuros de las escuelas, y abrir más vasto campo a los trabajos de investigación científica” (Ezequiel A. Chávez, discurso pronunciado en la Inauguración de la ENAE, en Juan Hernández Luna, *La universidad de Justo Sierra*, 1948: 186. Rafael Ángel de la Peña, citado en Sierra, 1991: 21).

La Escuela de Altos Estudios fue uno de los nuevos planteles que integraron la Universidad Nacional; impartió cátedras especializadas de biología, matemáticas, físicas y químicas. Es importante señalar que de esta forma se dio lugar a la incorporación de la ciencia al ámbito institucional, a la actividad científica a través de la profesionalización del conocimiento y se llegó a una concepción de la ciencia a partir de considerar que

la investigación será absolutamente desinteresada, pero haciéndose constante sobre elementos mexicanos. Constituirá la contribución mexicana el acervo común de la ciencia humana y tendrá necesidad de aplicar constantemente sus resultados al adelanto social mexicano. Será una ciencia Nacional. (Sierra, 1990: 318)

La universidad mexicana se organiza considerando como modelos la universidad alemana y la francesa con un corte profesionalista, pero con una concepción humanista, en contraposición al positivismo reinante. Para esto fue central la influencia y dirección de José Vasconcelos, quien propició la concepción humanista con la participación de los intelectuales del Ateneo de la Juventud. La Universidad fue entonces la concentradora o depositaria del saber, del conocimiento y la cultura con valores renovados de libertad y democracia.

En el periodo posrevolucionario se genera en el país un ambiente de búsqueda de identidad a través de la universidad. En 1916 es fundada la Facultad de Química y en 1925, la Escuela de Altos Estudios, la cual se convirtió en Facultad de Filosofía, y en ella prosiguió la enseñanza de las disciplinas científicas antes mencionadas; en 1930 se constituyó la Sección de Ciencias, con varios departamentos especializados. Durante 1935 se crearon las Facultades de Ciencias Físicas y Matemáticas y de Ciencias Médicas y Biológicas, a las cuales quedaron adscritas las cátedras científicas; pero al año siguiente volvieron de nuevo a la de Filosofía. Finalmente en 1939 se fundó la Facultad de Ciencias de la Universidad de México (Gortari, 1980: 357), y dando inicio con ello la profesionalización de la ciencia contemporánea en México.

1.2 La institucionalización de la ciencia. La Universidad Nacional Autónoma de México

En este marco sociohistórico que hemos presentado es importante y necesario analizar a 450 años de la creación de la Real y Pontificia Universidad de México y a 94 de la Universidad Nacional, el desarrollo e institucionalización de la ciencia y bajo qué concepción se ha trabajado. Para ello haremos un breve recorrido sobre lo que ha sido la vida de esta Universidad. Realizar un estudio de estas características a "...pesar de la lejanía respecto a las preocupaciones del presente, pueden producir resultados positivos inesperados, ya que la mirada al presente desde la historia permite conseguir nuevas perspectivas en la práctica científica que se realiza..." (Capel, 1990: 43).

La institucionalización de la ciencia consiste en investigarla "[...] desde, las ideas, la práctica, la institución, la sociedad, la política, la economía, la cultura, la tradición, la historia, la epistemología y la metodología son componentes de un todo integrado, de una red" (Cao, 1998: 43-44). La institucionalización de la ciencia y la integración de una comunidad científica que promueve un desarrollo creciente y diferenciado produce un vocabulario, unos conceptos y unas tradiciones cada vez más distintas. Esas diferencias pueden llegar a constituirse "[...] en barreras disciplinarias y de conflictos entre comunidades, mismas que establecen, en algunos casos, límites a los contactos e intercambios intelectuales, e imponen, otras veces, relaciones nuevas que influyen sobre la evolución teórica y metodológica" (Capel, 1990: 25).

Las persistencias y los cambios de denominación de las ramas científicas ofrecen, sin duda, gran interés, y muestran una dinámica en relación con las transformaciones de las bases de la actividad científica, lo cual pone de relieve la importancia de los foros de discusión y de los aspectos institucionales en los procesos de socialización académica en la selección y aceptación de conceptos científicos: "A través de la creación y potenciación de comunidades científicas es

como normalmente se deja sentir la acción social sobre el desarrollo del pensamiento científico” (Capel, 1990: 21).

La comunidad universitaria en general y la científica en particular son un subsistema académico, social y cultural que está estructurado en comunidades diferenciadas o disciplinarias con diferentes trayectorias, prestigio y poder social. Cuando en estas comunidades domina la componente práctica aplicada o técnica por encima de la puramente científica podemos hablar de corporaciones profesionales que llegan a conformar una masa crítica y, al mismo tiempo, funcionan para defenderse y establecer relaciones con sus miembros y con otras comunidades competitivas.

Así tenemos que el proceso de socialización que se lleva a cabo dentro de cada comunidad es esencial para la organización y realización de la práctica científica. ya que el vocabulario, los conceptos y seguramente las mismas teorías elaboradas se ven afectadas por los requisitos para el acceso a ese campo del conocimiento en la elaboración y realización de los planes de estudio, el material seleccionado, así como los trabajos prácticos y las funciones y aplicaciones profesionales.

En nuestra concepción el análisis del desarrollo e institucionalización de la ciencia tiene una estrecha relación con: las concepciones epistemológicas, la formación y evolución de las disciplinas científicas, y el quehacer profesional; esto es, tienen una dimensión intelectual y otra social. Desde el punto de vista intelectual las disciplinas se distinguen por los problemas clave que tratan de resolver. Desde el punto de vista social, por los nichos ecológicos —es decir, institucionales— en los que se han desarrollado.

Ahora bien este proceso de institucionalización y diferenciación de disciplinas científicas se ha vivido en México en lo general y en la UNAM particularmente a partir de que los gobiernos mexicanos posrevolucionarios mostraron interés por el desarrollo científico y tecnológico nacional. Prueba de ello es la creación del

Consejo Nacional de la Educación Superior y de la Investigación Científica y del Instituto Politécnico Nacional en la década de los treinta; la creación de la Facultad de Ciencias en 1939, de la Facultad de Química, en 1916, entre otros.

Desde la promulgación de la Ley Orgánica en 1929 el quehacer científico ha estado siempre previsto dentro de las actividades torales de la Universidad y ha sido sancionada su práctica en todos y cada uno de sus ordenamientos legales. La ley fue, como sabemos, la que le concedió la autonomía, régimen indispensable para la libertad de cátedra y de investigación.

Así la ley de 1929 añadió en su artículo primero el objetivo de "organizar la investigación científica, principalmente la de las condiciones y problemas nacionales", permaneciendo desde entonces este cometido inalterado en su esencia dentro del concepto y la norma de qué es y debe ser nuestra Máxima Casa de Estudios. (Domínguez, 1998:8)

El Instituto de Biología, creado en 1929, fue dirigido hasta 1946 (durante 17 años),

por el doctor Isaac Ochoterena, quien lo formó y lo desarrolló como un centro de investigación, preparó al personal capacitado, lo encausó y sostuvo su vocación científica en un medio indiferente y en ocasiones hostil. Hasta 1955 este Instituto funcionó en la Casa del Lago de Chapultepec, año en que se trasladó a sus nuevos edificios en la Ciudad Universitaria, en donde cuenta con buenos laboratorios, una gran biblioteca, un local adecuado para el Herbario Nacional y recientemente con un Jardín Botánico y un Invernadero. (Gortari, 1980: 375)

En 1930 se crea el Instituto de Física, con 154 integrantes en su personal académico; en 1941 el Instituto de Química, con 51.

El Instituto de Matemáticas de la Universidad Nacional de México, fundado en 1942 [...] encontró ya preparado el terreno por las actividades del Seminario Matemático; y lo mismo ocurrió con la Sociedad Matemática Mexicana, formada

en 1943 [ambas instituciones] han impulsado decisivamente la enseñanza superior y la investigación y han colaborado estrechamente con la Facultad de Ciencias en la elevación creciente de los estudios y en la promoción del interés por la actividad científica. (Gortari, 1980: 362)

En octubre de 1938, un grupo de connotados profesores universitarios se manifestó ante el Consejo Universitario, señalando:

En nuestro medio universitario se ha tenido especial cuidado de formar buenas escuelas profesionales, dotándolas, hasta donde se ha podido, de todo lo que necesitan para preparar a sus alumnos; pero a los profesores universitarios y a los investigadores de la ciencia no se les ha prestado ayuda alguna, se han formado por su propia cuenta. (Dominguez, 1998: 11)

Este planteamiento no era sólo por lo económico, sino que existía una demanda cada vez más creciente de reconocimiento y actualización de la incipiente actividad universitaria y científica, lo cual se podía explicar por la estrechez económica y por la forma en la que fue concebida y diseñada de acuerdo con el modelo napoleónico de universidad, es decir, la organización en Escuelas y Facultades. La Universidad Nacional de México privilegió la docencia y la profesionalización en demérito de la investigación, sometiendo incluso en términos de condicionamiento; se dio prioridad a la docencia sobre la investigación. Con el paso del tiempo la universidad hará propio el modelo alemán, al incorporar la investigación como función importante.

Un aspecto de coyuntura para la investigación científica correspondió a la segunda guerra mundial, suceso que llevó a los gobernantes a replantearse la necesidad e importancia de la investigación científica, así como la enseñanza de la ciencia. Se hará necesario revisar en el plano internacional los planteamientos educativos en todos los niveles, aspecto al cual México no es ajeno.

En 1944 se crea el Consejo Técnico de la Coordinación de la Investigación Científica. En este mismo año, siendo rector el doctor Brito Foucher, señaló que era conveniente mejorar considerablemente la organización, el funcionamiento y el personal de los Institutos de Investigación Científica. Asimismo el licenciado Antonio Carrillo Flores, en su participación en *El Constituyente*, logró que en el texto de la nueva ley orgánica se incorporara

...la categoría de "investigadores" a la redacción del artículo primero, cuando éste se refiere a los fines de la educación superior impartida por la UNAM. También al discutirse el artículo 12 en la sesión del 18 de diciembre se aceptó agregar el párrafo siguiente: "para coordinar la labor de los institutos se integrarán dos consejos, uno de la Investigación Científica y otro de Humanidades". Llegando así a su término el largo periodo de inestabilidad institucional y jurídica, e iniciándose a la vez, aunque de manera lenta y paulatina, un proceso de promoción y desarrollo de la investigación científica. (Domínguez, 1998: 15-16)

Esto da lugar a la separación de las ciencias y las humanidades. Como parte de ese impulso, ese mismo año se crearon nuevos institutos, tanto para la Coordinación de la Investigación Científica como para Humanidades. La relación completa de institutos que apareció en el artículo noveno del texto original del Estatuto fue la siguiente: Matemáticas; Física; Química; Geología; Geografía; Geofísica; Biología; Estudios Médicos y Biológicos; Investigaciones Sociales; Investigaciones Históricas; Investigaciones Estéticas; Centro de Estudios Filosóficos; el Observatorio Astronómico Nacional y, por último, la Biblioteca Nacional. La figura del Coordinador, tanto para la Investigación Científica como para las Humanidades, apareció en el Estatuto (General) de la Universidad Nacional Autónoma de México elaborado en 1945 (Domínguez, 1998: 16).

El 17 de febrero sesionó por primera vez el Consejo Técnico de la Investigación Científica, bajo la presidencia del doctor Nabor Carrillo, designado por el rector como primer coordinador. En esa sesión se nombraron a (propuesta de los

directores) investigadores titulares "A" a los doctores Carlos Graef Fernández, Alfonso Nápoles Gándara, Manuel Sandoval Vallarta y al ingeniero Ricardo Monges López (cfr. Domínguez, 1998: 16, nota 3).

En 1944 se promulgó la Ley Orgánica en la cual se define a la Universidad

como una corporación pública destinada a la docencia superior, la investigación y la difusión de la cultura atribuyéndosele los derechos de organizarse, impartir enseñanza y desarrollar sus investigaciones, organizar sus bachilleratos, expedir certificados, grados y títulos, y otorgar validez a los estudios hechos en otros establecimientos educativos. (Soberón, 1983: 33)

La creación en la UNAM del Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) y de la Coordinación del mismo nombre (CIC), hace ya cincuenta años, fue el resultado de un encomiable esfuerzo en el que estuvieron involucrados varios distinguidos universitarios. Es en 1945 cuando la labor de investigación es estructurada al hacer coincidir la norma legal, el aparato administrativo y el ejercicio práctico en el campo de la investigación científica (Domínguez, 1998:7).

El 25 de marzo de 1947 después de tener varias sesiones,

se sentaron las bases para evaluar —por medio de informes anuales— las labores de investigación, rechazando el uso de horarios fijos como mecanismo de vigilancia; se reconoció la importancia y avanzó en el establecimiento de criterios de exigencia para las publicaciones especializadas de los institutos; se intervino por ocasión primera, como órgano colegiado, en el diseño de una reforma curricular en la Facultad de Ciencias, "promoviendo un mayor contacto entre la investigación y la docencia" y, en resumen se procedió a conferirle una dimensión auténticamente institucional a la investigación científica. (Domínguez, 1998: 25)

Este contacto entre la investigación y la docencia se perdería en los años venideros con la creación de los Institutos y Centros de Investigación, dejando la docencia a las Escuelas y Facultades, hecho que prevalece hasta nuestros días.

En ese mismo año, 1947, el Consejo Universitario aprobó un documento titulado "Interpretación de Algunos Artículos del Reglamento para el Profesorado", en el cual la fracción e) del artículo tercero señalaba que "el desempeño de cargos o trabajos de investigación en los institutos de la UNAM, sí son de la misma especialidad del profesor y hay compatibilidad de horarios, con excepción del desempeño del puesto de investigador de carrera". Resultaba compatible con las labores de los profesores de carrera, esto con el afán de estimular y vincular la investigación con la docencia (cfr. Domínguez, 1998: 28).

Estas especificaciones lo que buscaban era precisamente evitar duplicidad de funciones y al mismo tiempo especificar las características de cada una de las figuras académicas incorporadas en los institutos de investigaciones y en las facultades, es decir la separación docencia-investigación. Argumentaban los consejeros: "No es posible aceptar que un investigador de carrera sirva a la vez a un instituto de la Universidad y a la Facultad de Ciencias, pues dependiendo de dos entidades diversas no podría servir a ambas con igual eficacia." (Domínguez, 1998: 29). Si acaso los investigadores podrían participar en la facultad hasta por seis horas.

Contando con esta Ley Orgánica como marco de acción, se empiezan a crear los institutos de investigaciones para generar los espacios, satisfacer la necesidad de nuevos enfoques de investigación y de difusión de la ciencia.

En 1951, con motivo del cuarto centenario del establecimiento de la Universidad Mexicana, uno de los actos más notables fue la reunión del Congreso Científico Mexicano. Esta reunión ofreció la ocasión de presentar un panorama bastante completo del nivel alcanzado por las investigaciones científicas en México y, a la

vez, permitió poner de manifiesto la distribución del interés y el número de investigadores existentes en los diversos campos de estudio.

En lo que se refiere a las condiciones generales de trabajo, el hecho más conspicuo de ese reconocimiento ha sido la creación de los investigadores de tiempo completo en el seno de los institutos universitarios y de algunos otros centros de investigación, lo cual ha colocado a los científicos en la situación de poder despreocuparse de los apuros económicos. (Gortari, 1980:358)

En 1952 la visión oficial de la función científica señalaba que:

[la] promoción de la investigación científica y humanística está dando una genuina vida académica a nuestra Institución. La investigación científica no sólo reivindica al país de una situación colonial respecto a los países que realizaban descubrimientos, sino que influye de una manera determinante sobre la docencia. La investigación es fuente de profesorado imbuido de un espíritu libre que estimula a los alumnos a la reflexión, el examen, la penetración intelectual en sus estudios y un juicio crítico que les permite discernir los hechos adquiridos, de las hipótesis y de las interpretaciones (Domínguez, 1998: 44)

con una visión racionalista de la práctica científica:

Una iniciativa que debe mencionarse es la de tres distinguidos universitarios: el doctor Eli de Gortari, el astrónomo Guillermo Haro y el doctor Samuel Ramos, quienes organizaron el Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos, inaugurado el 21 de febrero de 1955. La intención y la realización del Seminario, según lo descrito por un reporte de la época "consiste en establecer la colaboración de los investigadores de todas las disciplinas científicas y humanistas en la empresa común de plantear y esclarecer los problemas que se les presentan en la ejecución de sus trabajos, tanto por lo que se refiere a los métodos como a la interpretación de los resultados" (Domínguez, 1998: 49).

Con el propósito de estimular la formación de buenos investigadores y de procurar que las condiciones en que se realizaba la investigación científica se elevaron al mayor nivel posible, en 1959 se constituyó la Academia de la Investigación Científica, la cual tenía entre sus finalidades promover la investigación y la difusión de la ciencia en México: "En consecuencia se esfuerza en lograr que sus miembros realicen sus investigaciones con el máximo de calidad, seriedad y honestidad y que tengan las facilidades adecuadas para llevarlas a cabo" (Gortari, 1980: 360).

En los sesenta se crea el Instituto Mexicano del Petróleo y el Centro de Investigaciones Avanzadas como una muestra del interés del gobierno en impulsar la ciencia. Es a partir de esta década cuando arranca un proceso sistemático tendiente a institucionalizar y coordinar las actividades vinculadas con la investigación en ciencia y tecnología (CyT) y a coordinarlas mediante políticas definidas y lineamientos programáticos (Pallán, en Campos 1994: 19).

A partir de los años setenta se comienza a dar un fuerte impulso a la investigación institucionalizada. El aparato científico crece rápidamente. "Sólo en la UNAM, por ejemplo, el presupuesto de investigación crece en 590% en ocho años, contra un crecimiento global de la universidad de 665%; el número de investigadores crece, en el mismo periodo, en 119%, y el gasto por investigador aumenta un 214%" (Kent Sema, 1989, citado por Blum, en Campos 1992: 61). A cambio del incremento substancial en los apoyos recibidos del gobierno federal, las universidades se comprometieron a impulsar la investigación y a vincularla más a la solución de problemas nacionales.

En lo que algunos [Kent Sema] han llamado una nueva concepción de universidad, la investigación constituye la función más importante de la universidad, y como esta concepción coincidía con el interés gubernamental, la UNAM, por ejemplo, en el periodo que va de 1973 a 1980 pudo crear tres institutos y ocho centros de investigación, y varios programas de

investigación, a la vez que firmó convenios con organismos descentralizados, secretarías de gobierno y empresas privadas para llevar a cabo proyectos de investigación. (Soberón, 1980, citado por Blum, en Campos, 1992: 61)

La actividad de investigación científica, con proyectos institucionalizados, posibilita la generación de lo que se denomina masa crítica; en general la actividad científica es una práctica social realizada por esa masa crítica,

[...] con características particulares históricamente definidas, como son, entre otras: las condiciones institucionales en que se desarrolla; su tradición; su enfoque predominante; su vinculación con problemas de frontera en sus respectivos campos; la relación temática, con base en líneas particulares de investigación, entre campos afines; su aporte a la configuración cultural de la sociedad, y su vinculación con problemas sociales y nacionales, definidos en términos laxos. (Campos, 1992: 2)

Son muchos los factores que influyen en la producción científica y participación en la comunidad científica internacional, entre ellos podemos señalar que la

[...] tradición académica con que cuenta cada área, la masa crítica necesaria para labores que requieren de trabajo en grupos conformados adecuadamente para realizarlo, la dificultad de conformar estos equipos cuando no se tienen, la infraestructura material de que dispone, la importancia del campo para la universidad y para el país, las necesidades de docencia y de creación de infraestructura humana y material, la competencia nacional e internacional, la velocidad de los avances en el área, etcétera, son el tipo de factores que deben tomarse en cuenta para una evaluación individual adecuada y que sólo aprecian a fondo sus verdaderos pares: quienes lo viven en su particular comunidad académica. (Bracho, en Campos, 1992: 192)

La participación de los investigadores en los diferentes ámbitos y órganos colegiados de la investigación científica es recuperada y en octubre de 1974

[...] se toman en cuenta esas peticiones y se prosigue (sic) a:

- a) ampliar la composición del Consejo Técnico de la Investigación científica...
- b) precisar las funciones del propio Consejo...
- c) institucionalizar la existencia de los consejos internos. (Domínguez, 1998: 33, 34)

La Universidad estaba cumpliendo con su misión de promover la investigación científica y humanística, lo cual le daba una genuina vida académica a la investigación científica; con ello no sólo participaba en el concierto de las naciones en torno a los avances que en ciencia se tenían, sino que además alejaba cada día más la visión de la universidad decimonónica, y buscaba influir de una manera determinante sobre la docencia. La investigación es fuente de personal académico infundido de un espíritu libre que estimula a los alumnos a la reflexión, el examen, la penetración intelectual en sus estudios y un juicio crítico que les permite discernir los hechos adquiridos, de las hipótesis y de las interpretaciones . “En abril de 1986, bajo la presidencia del doctor Arcadio Poveda R., el CTIC aprobó el Reglamento Interno del Consejo Técnico de la Investigación Científica, entrando en vigor al día siguiente de su publicación en la Gaceta UNAM...” (Domínguez, 1998: 36).

La década de los años ochenta presentó una gama de peculiaridades asociadas con la emergencia de una crisis de origen económico que pronto permeó y se extendió al resto de las actividades de la vida nacional, educación y ciencia incluidas. Esta década perdida no exentó a la ciencia y al desarrollo tecnológico; así, el rasgo esencial de la práctica política, educativa y social fue el de la austeridad, y el impacto en la Universidad fue determinante; así se manifestó en los apoyos a la investigación y también repercutió en su planta académica.

La investigación nacional se ha reducido a la academia en prácticamente todas sus modalidades. Estas condiciones particulares de producción científica han generado una desarticulación entre objetivos y necesidades de la producción industrial y los objetivos e intenciones de la comunidad científica. Las estructuras

académicas que sustentan la producción de conocimiento establecen condiciones particulares que dependen más de sus propias necesidades de crecimiento.

De esta manera las condiciones institucionales de la investigación científica en México abren una problemática desde la cual se debaten las ideas de libertad y excelencia académicas, en un proceso de profesionalización que ha llevado a constituir un particular mercado académico, aprovechando la tradicional constitución de la investigación en ciencias naturales como actividad científica, y soslayando la tendencia internacional a considerar a la investigación tecnológica como actividad científica. (Campos, 1992: 5 y 9)

En el desarrollo cultural, científico y económico el avance del conocimiento, la ciencia y la tecnología han tomado cada vez mayor importancia. Campos nos dice que "Existe un consenso generalizado en la comunidad científica de que es necesario darle mayor atención a la investigación científica en todos sus aspectos: desde la elaboración de políticas adecuadas, hasta apoyos específicos, como incrementos al bajísimo salario del investigador y al presupuesto para actividades académicas e infraestructura." (Campos, 1991: 9).

Como ya señalamos, en un mundo en el que se dan los cambios vertiginosos, la ciencia y la tecnología tienen una participación decisiva en lo social, cultural y económico.

Se trata de una verdadera "Revolución"; la ciencia de materiales ha generado plásticos, semiconductores y superconductores; la bioingeniería puede manipular el material genético y convertir a las bacterias en proveedoras de hormonas humanas; la tecnología informática permite procesar cantidades elevadas de información en unos cuantos segundos [...] Sin embargo, contrastan las nuevas capacidades y la flexibilidad de la planta productiva con la rigidez de una sociedad anquilosada e incapaz de comprender la magnitud del cambio. (Abreu en Campos, 1991: 193)

La actividad científica no se limita a la sola producción del conocimiento, aunque ese es su objetivo principal, sino que es multidimensional. Posee bondades y problemas propios de la sociedad en que se desarrolla: "Los cambios que se avecinan con la globalización de la economía, exigirán que se incremente la discusión sobre la ciencia y la tecnología, de manera que nos lleve a una mejor comprensión de su problemática para articularlas adecuadamente con la sociedad mexicana" (Campos, 1991: 233).

Habíamos señalado que la universidad en un momento de su historia tomaría como modelo la universidad alemana, y que al separar la formación de cuadros de la investigación científica tendría algunas consecuencias. Ahora podemos decir que:

Uno de los principales efectos por la creación de los institutos y centros de investigación es que actualmente afecta significativamente a la universidad al darse la desvinculación investigación docencia; el hecho de que estén separados los institutos de investigación, de las escuelas y facultades en la universidad, dificulta la relación con los sectores productivos; ésta no se puede llevar a cabo en condiciones óptimas, ya que deberían integrarse la investigación, la docencia y la aplicación de los conocimientos que se están generando y que se están transmitiendo al mismo tiempo a los procesos productivos. (Ignacio Méndez, en Campos, 1991: 210)

Esta desvinculación actual entre docencia e investigación es producto de la inclusión de dos modelos diferentes de universidad, el francés y el alemán, en los orígenes de la Universidad Nacional:

el modelo napoleónico, que constituye la universidad dedicada a la docencia y a la profesionalización, y el modelo alemán, que privilegia la investigación y por lo tanto el desarrollo de las disciplinas basadas en objetos de conocimiento. Ambos modelos coexisten, cada uno con sus propias exigencias de acceso y promoción de personal, como instancias

institucionales de esferas culturales (Misheva, 1990), a partir de valores, normas y prácticas específicos que pretenden ser homogéneas [...]. otro problema, la desvinculación entre programas de formación científico-tecnológica y el aparato productivo, es un producto de las inercias del desarrollo industrial [...] la visión inediatista del desarrollo económico impidió la participación de la investigación científica. (Campos,1992: 97)

Con esta desvinculación docencia-investigación se provocó la concentración de la poca investigación científica que se hacía en donde ya existía, es decir, en las instituciones de educación superior:

Esta situación ha fortalecido la visión de los investigadores sobre la práctica científica, es decir, entendiéndola en el plano de la práctica cotidiana, privilegiando la estructura interna de la ciencia y el abordaje de problemas prácticos como temas de investigación. (Campos, 1992: 97, nota 9)

Aunque en principio la formación de científicos es un proceso que se ubica en la intersección del posgrado y la investigación, las Instituciones de Educación Superior deberían tomar en cuenta las necesidades sociales, económicas y científicas y abordar el problema de la educación de la ciencia como un quehacer que lleve a la creación de alternativas que respondan a la situación actual de la ciencia, la tecnología y la sociedad. Y no solamente en formar profesionales con orientaciones en ciencias naturales en un nivel teórico básico (matemáticos, físicos, biólogos); científicos con una formación tecnológica, que conozcan y manejen métodos experimentales, métodos matemáticos, ingeniería en hardware y software (computólogos, ingenieros en electrónica, ingenieros en química básica); científicos con una formación tecnológica sólida de aplicación, con conocimiento de ingeniería de proyectos, diseño, desarrollo experimental, normatividad, gestión; y un tipo casi ideal, que podría lograrse en el nivel de doctorado, que integraría las características de los tres tipos anteriores.

Esta concepción implica cambiar el carácter disciplinario y desintegrador de la actual formación profesional universitaria por una formación profesional de excelencia con una visión integradora de la problemática teórica, técnica y contextual del campo (Campos, 1992: 109 -110).

Ante esta problemática situación en el desarrollo e institucionalización de la ciencia algunos autores han realizado las siguientes propuestas, que consideramos pertinente incluir aquí:

Entre los puntos que Campos señala para lograr un cambio, señala nueve aspectos a discutir, entre los cuales el inciso *d* hace referencia a que

Es necesario que se discuta la actual configuración institucional de la universidad, que ha separado física y culturalmente a la investigación de la formación profesional; esta configuración ha generado una estructura administrativa y laboral que entorpece y obstruye la interacción entre ambas prácticas, y se manifiesta en estatutos, reglamentos, procedimientos administrativos y escolares, diseños curriculares, etc. (Campos, 1992: 110-111)

Ignacio Méndez sugiere que la actividad científica y las acciones institucionales que la configuran deberían tomar en cuenta aspectos de las epistemologías modernas como representabilidad, totalidad, validez, probabilidad, incertidumbre y flexibilidad (Campos, 1994: ii).

La tesis básica de este autor es que la adherencia por parte de los investigadores a la filosofía del positivismo que aún existe produce problemas en tres aspectos: formación de científicos, formación de innovadores y evaluación de la investigación. Es frecuente que se recurra a métodos matemáticos o estadísticos como una herramienta objetiva que valide la investigación. También lo es que se sigan procedimientos como diseños experimentales, análisis estadísticos y otros de una manera mecánica, sin valorar su adecuación al problema atacado. Aún es

común ese sentimiento del científico como poseedor de la verdad absoluta y como paradigma de objetividad (Méndez en Campos, 1994: 57).

Ignacio Méndez plantea las siguientes recomendaciones:

Como un esbozo a partir de la discusión anterior, se presentan las siguientes recomendaciones:

- *Fomentar la creatividad* dando mayor libertad en los sistemas educativos y respetando la disidencia.

- *Combatir todo tipo de dogmatismos, en particular en el propio método científico.*

- *Promover la interdisciplina*, incluyendo los enfoques social, sistemático, metodológico y estadístico.

- *Realización de la valoración por pares*, de quienes deben intervenir en la mayor parte de las fases del proceso, incluyendo las publicaciones, los protocolos de los proyectos y los currículos. Los pares son aquellos considerados como expertos en el área de conocimiento.

- *Considerar que el desarrollo es desigual para diversas disciplinas*, lo cual se refleja en las diferencias en la formación de recursos humanos, las tasas de publicación, los tiempos del proceso de investigación y otros aspectos.

- *Promover congresos sobre ciencia y técnica en general, así como fomentar y valorar el periodismo científico.*

- *Promover el enfoque científico en general*, principalmente la crítica razonada y la búsqueda de mejores explicaciones; además, evitar errores y procurar la mayor objetividad posible (Méndez, en Campos, 1994: 63).

La formación de recursos humanos es fundamental para el desarrollo futuro de los institutos y centros de investigación y una parte integral de sus funciones. El Sistema de Investigación Científica participa como sede de un buen número de especializaciones, maestrías y doctorados que comprenden la categoría de posgrado (Suárez, en Campos, 1994: 71).

La historia de la investigación científica en México es similar a la de muchos países en proceso de desarrollo. La ciencia fue cultivada inicialmente en las universidades y otras instituciones de educación superior. Tiempo después, esta actividad se expandió hacia el sector gobierno y eventualmente hacia el privado (Jiménez, en Campos, 1991: 80).

Si bien la mayoría de las instituciones mexicanas dedicadas a la ciencia y al desarrollo tecnológico cumplen con dos funciones esenciales (la investigación y la divulgación científica), la situación no es tan halagüeña cuando se habla de sus nexos con las labores docentes. Estos nexos son muy débiles, motivo por el cual se proponen varias estrategias, como el fortalecimiento del posgrado, en donde se otorgue responsabilidad directa a los centros e institutos de investigación, libre planeación y conducción de los programas de posgrado, ya que “es precisamente mediante un posgrado sólido y articulado que será posible contribuir a la formación de una nueva generación de científicos y profesores para todas las instituciones de investigación y docencia del país” (cfr. Domínguez, 1998: 95).

La UNAM ha buscado formas de continuar en su carácter de Universidad Nacional, y al realizar un balance “se encontró una gran concentración geográfica de la comunidad científica en el Distrito Federal [...] es claro que las actividades de investigación y desarrollo se realizan fundamentalmente en un grupo de pequeñas instituciones, particularmente en aquéllas ubicadas en el Distrito Federal.” (cfr. Domínguez, 1998: 97).

Las entidades académicas que han conformado los denominados “polos de desarrollo económico” en diversas regiones del país cuentan con grupos de excelencia académica consolidados; la actividad de investigación es multidisciplinaria y los líderes académicos desarrollan líneas de investigación de frontera (cfr. Domínguez, 1998: 100).

Otras dos modalidades son los laboratorios o unidades, que son esfuerzos de un solo centro o instituto; podemos mencionar también las estaciones de campo de varios institutos, como ejemplo del denuedo que se tiene para contar con laboratorios adecuados en lugares estratégicos.

La historia de la enseñanza de la [ciencia] nos ha conducido hacia la enseñanza de las ciencias en el bachillerato y hacia la historia de la instrucción primaria; hacia la organización de las escuelas [...] hacia la formación de maestros y, finalmente, hacia las relaciones entre los movimientos políticos proletarios y la enseñanza científica. Todo lo cual nos ha obligado a situarnos una y otra vez en una posición que considera simultáneamente la historia de la ciencia, la historia de la pedagogía y la historia social-política. (Capel, 1990: 32)

Este breve recorrido a través de la historia de la UNAM, nos posibilita reconocer la trayectoria de la Máxima Casa de Estudios, así como su *desarrollo* a través de la creación de los espacios en los que se dan las funciones sustantivas, las Escuelas y Facultades, sus Programas, Centros e Institutos que dan vida a las funciones sustantivas de la Universidad: la docencia, la investigación y la difusión de la cultura. Ahora es nuestro trabajo analizar bajo qué concepciones de ciencia y qué programas de enseñanza de la ciencia, ha dado lugar a esta Institución con la que contamos en la actualidad. Estudio que realizaremos a partir de la población de investigadores, que nos permitirá analizar el desarrollo y concepciones de Ciencia en la UNAM.

Sin olvidar que las condiciones sociales, económicas, políticas actuales influyen en el desarrollo de las Instituciones educativas, la UNAM no es ajena a todo este vaivén de políticas y decisiones que afectan el financiamiento para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Pese a las buenas intenciones, a los discursos así como a los planes y programas de las diferentes comisiones de ciencia y tecnología de las Cámaras de Diputados y Senadores, la realidad rebasa todo proyecto y la ciencia y la tecnología se han visto cada día más castigados en el financiamiento y los apoyos asignados.

Es por ello que en los últimos cuatro años (2000-2004) se ha dado una serie de declaraciones de los diferentes responsables de los proyectos de ciencia y tecnología, sean los rectores, el coordinador de la investigación científica e incluso los mismos investigadores. Ellos, en sus críticas señalan las posibles consecuencias en cuanto a rezago científico y la escasa formación de científicos, y promueven la revisión de políticas federales.

Lo que resta ahora es pensar en qué camino seguir el desarrollo científico para no vivir nuevamente una década perdida, tal y como sucedió en los años ochenta.

Consideramos importante y de relevancia presentar este trabajo, porque busca aportar aspectos teóricos y metodológicos para el estudio de las concepciones de ciencia que tienen los investigadores, bajo la premisa de que su concepción de ciencia se refleja en su tarea de investigación y de docencia, para ello presentamos los resultados de esta investigación

CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 2

RESEÑA DE INVESTIGACIONES EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN DE LA CIENCIA

En este capítulo abordaremos algunos de los reportes de investigación que se han detectado en torno a las concepciones, nociones e imágenes de ciencia que tienen los investigadores y los maestros, sin que esto quiera decir que no reconocemos los logros que se han tenido en las últimas décadas en cuanto a los trabajos con las concepciones previas, las acciones al detectar y cambiar las concepciones e imágenes de ciencia de los alumnos, así como los trabajos que se realizan desde un enfoque constructivista, buscando que se dé un cambio conceptual en los alumnos.

En la literatura consultada para el actual estado del conocimiento, en cuanto a concepciones de ciencia, encontramos que se presenta una diversidad de temáticas y problemáticas que por el sólo hecho de contener la palabra ciencia se ha clasificado en el rubro de concepciones e imágenes de ciencia.

El campo de la investigación de la enseñanza de la ciencia, sus concepciones, imágenes y creencias se han ido incrementado en los últimos años, lo cual se puede corroborar a partir de los reportes publicados.

Para los fines de este estudio analizaremos los trabajos de la literatura consultada relacionados con maestros, profesores e investigadores. La razón principal es que prácticamente no existen reportes de estudios con investigadores —nuestra población de estudio—. Trabajaremos bajo el principio de que la actividad educativa que realizan está relacionada con los otros sujetos del proceso académico, motivo por el cual decidimos abordar estudios de la población académica como una totalidad, aun cuando reconocemos que existen diferencias significativas —por ejemplo, no es igual el conocimiento escolar que el

conocimiento científico (Gil, 1994)— entre estas comunidades académicas. Decidimos trabajar con los reportes de investigación, como una forma de conocer las categorías de análisis que utilizan diferentes investigadores; esto nos permite, al mismo tiempo, la creación de categorías para nuestro estudio.

Del universo de investigaciones reportadas (101) nos centraremos en las (48) que tocan el tema que nos interesa, (sólo encontramos una en México: Flores, 2000) referido a las imágenes y concepciones de ciencia que tienen los académicos, sean maestros o investigadores, así como a la manera en que sus concepciones influyen en la práctica educativa que realizan. Con ello intentamos aproximarnos a comprender cuáles son las representaciones sobre las ciencias que tienen los académicos.

Así, buscamos evidenciar que todo quehacer científico tiene un sustento teórico, implícita o explícitamente, y una cierta concepción de ciencia que lo orienta e influye en su práctica cotidiana. Tal y como lo reportan Kimbal (1968), Rampal (1992), Porlan (1998), Nott y Wellinton (1998), Flores et al. (2000), entre otros.

Es importante señalar que si bien existen paradigmas dominantes en las comunidades científicas, las concepciones de ciencia que han prevalecido en épocas anteriores no han sido olvidadas del todo, incluso llegan a coexistir con las de mayor actualidad en un mismo ámbito académico.

2.1 Breve recuento de investigaciones

Las investigaciones reportan que en las últimas décadas se ha dado un gran impulso a los estudios que abordan diferentes aspectos relacionados con la enseñanza de la ciencia, como son la naturaleza de la ciencia, las preconcepciones, los errores conceptuales de los alumnos, los esquemas conceptuales, las ideas previas de los alumnos, las concepciones e imágenes de ciencia.

Como una muestra del interés generado, la Revista de Enseñanza de la Ciencia reporta un total de 176 trabajos entre los años de 1983 y 1998 relacionados con temas generales de enseñanza de la ciencia; 78 trabajos en las áreas de biología, geología y ecología; en la enseñanza de las matemáticas se reporta un total de 66; en las áreas de física y química 252 artículos.

Estas cifras por sí solas evidencian la producción que existe en torno a la problemática de la enseñanza de las ciencias. Y si realizáramos un análisis más fino encontraríamos que existe una diversidad de enfoques teóricos, de metodologías que oscilan entre lo cuantitativo y lo cualitativo, lo cual lleva a diferentes resultados con sus respectivas propuestas, trabajos de investigación que han contribuido a la paulatina construcción de un ámbito de conocimiento que es la educación de la ciencia. Al respecto, José Ramírez (2003) ha elaborado un Estado del Conocimiento de las investigaciones realizadas en este ámbito, destacando los propósitos, enfoques teóricos, estrategias metodológicas, así como los resultados; documento sintético que enriquece este campo del conocimiento.

Las distintas líneas de investigación desarrolladas han aportado elementos que auxilian en la comprensión de los problemas que se presentan en esta práctica educativa. Asimismo los resultados obtenidos, las elaboraciones teórico-metodológicas y las propuestas sugieren la construcción paulatina de un nuevo ámbito de conocimiento que corresponde a la educación de las ciencias, didáctica de las ciencias o, bien, a la enseñanza de las ciencias. Para este campo se hace necesario trabajar sobre la epistemología de las ciencias e investigar sobre la influencia de ésta en la educación de la ciencia, y de ahí proponer vías de transformación.

Diversas investigaciones en ciencias, como son las de Hodson (1986), Aguirre et al. (1990, 1998), Lederman (1992a, 1995,1999), López et al. (2000), Gallegos,

Flores y Valdez (2004), entre otros, trabajan en relación con la importancia de las concepciones epistemológicas y de aprendizaje de los alumnos y de los maestros en la enseñanza de las ciencias. Las concepciones de los maestros, señalan otros autores como Rampal (1992), Gustafson y Rowell (1995), Porlan (1998), Nott y Wellington (1998), Flores et al. (2000), influyen en su práctica docente.

Antes de continuar, consideramos pertinente hacer hincapié en que en el trabajo que estamos desarrollando

“entendemos por concepción de ciencia (en la perspectiva de la construcción del conocimiento), la idea o primera remembranza que expresan los sujetos en relación con la ciencia. Estas concepciones son, al mismo tiempo, ‘herramientas’ para poder interpretar la realidad y conducirse a través de ella y ‘barreras’ que impiden adoptar perspectivas y cursos de acción diferentes.

Dichas concepciones y las conductas asociadas pueden evolucionar a través de un proceso más o menos consciente de reestructuración y construcción de significados, basado en la interacción y el contraste con otras ideas y experiencias” (Porlan, 1997; otros autores que apoyan esta definición de concepción de ciencia son Gil Cuadra, 2003 y Campanario, 2003).

Así tenemos que una concepción de ciencia es una forma de conocimiento de la realidad, la cual crea modelos teóricos y se usa para solucionar problemas de la sociedad. La ciencia, por lo tanto, involucra una definición de su objeto y la relación entre el observador y lo observado, así como unos criterios de validación aportados por la comunidad científica. El referente de la ciencia son los paradigmas y sus herramientas las teorías, así pues cuando hablamos de educación científica nos referimos a la confrontación que se da entre las concepciones previas que poseen tanto alumnos como docentes, con las concepciones científicas que han de aprender.

Es importante señalar también que cuando estamos hablando de concepciones de ciencia lo hacemos desde un referente o noción más amplios de la ciencia, lo que nos permite incluir a las ciencias naturales, así como a las sociales y humanísticas.

De los trabajos mencionados, uno de los más representativos que abordan los aspectos relacionados con las concepciones de ciencia es el de Lederman de 1992a, en él da cuenta los trabajos que se realizaron a lo largo de treinta años. Incluye las diferentes etapas por las que ha atravesado la investigación en las concepciones de ciencia, así como sus principales representantes.

A decir de Lederman (1992a), se pueden identificar cuatro etapas en el desarrollo de las investigaciones en el terreno de las concepciones de la ciencia: la primera se caracteriza por tratar las ideas de los alumnos; la segunda, por introducir la dimensión curricular en las modificaciones de las concepciones; la tercera por incluir las concepciones de los docentes; la cuarta, y actual, por estudiar las relaciones entre el pensamiento del profesor y las prácticas de la enseñanza, incluyendo, en algunos casos, el análisis de las ideas de los alumnos.

En aspectos metodológicos los estudios sobre las concepciones de ciencia se han realizado desde las diferentes perspectivas: de las etapas mencionadas por Lederman (1992), la primera está marcada por investigaciones de tipo cuantitativo dirigidas a detectar las concepciones de los estudiantes; en los estudios iniciales se utilizaron cuestionarios cerrados y test convencionales en distintos contextos. La segunda etapa está caracterizada por las concepciones de los profesores, en ella se pueden identificar dos momentos: en el primero se aplican instrumentos cuantitativos, cuestionarios cerrados. Lederman señala a Anderson (1950) como el que inicia la investigación de las concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia de los profesores (NOS por sus siglas en inglés); en esta segunda etapa los instrumentos utilizados son los cuestionarios y los test convencionales.

En relación con las investigaciones que se han realizado a través de métodos cualitativos, Lederman (1992) registra a Kleiman (1965) como primer antecedente con un trabajo de tres observaciones de clase; posteriormente Carey, Evans y Honda (1989) con la aplicación de entrevistas y observaciones de clases acompañadas de una entrevista previa a la clase y una posclase. Dentro de esta línea cualitativa Lederman menciona las técnicas de entrevistas y observaciones de clase con implementación del registro filmico. Señala que este tipo de testimonio permite incorporar las variables que intervienen en cada sesión a las investigaciones sobre las concepciones acerca de la ciencia, tanto de los alumnos como de los profesores.

En esta vertiente de los métodos cualitativos encontramos el trabajo que realiza el Ministerio de Cultura y Educación de España, el cual presenta las acciones realizadas para la formación de los futuros docentes, quienes han de adquirir una concepción de ciencia y han de estar conscientes de que con ella se relacionan con sus alumnos, y que la transmiten de manera inconsciente. Este trabajo es por demás interesante debido a que a través de la formación de los futuros profesores, los docentes logran explicitar sus propias concepciones a partir de trabajar con contenidos de diferentes disciplinas del campo de las ciencias naturales y de una reflexión epistemológica.

Las concepciones de los profesores, en cuanto a la naturaleza de la ciencia, a decir de Lederman (1998), son: I) los maestros de la ciencia parecen tener concepciones erróneas de la naturaleza de la ciencia; II) los esfuerzos de mejorar las concepciones de los maestros, en cuanto a la naturaleza de la ciencia, han logrado algún éxito cuando aspectos históricos del conocimiento científico son dirigidos hacia la naturaleza de la ciencia; III) las variables académicas de fondo no han sido relacionadas significativamente con las concepciones de los maestros en cuanto a la naturaleza de la ciencia; IV) esta etapa se refiere a la relación entre las concepciones de maestros de la naturaleza de la ciencia y el aula.

En términos generales las investigaciones sobre las concepciones de ciencia se corresponden con las líneas de investigación que se desarrollaron en el campo educativo. Los estudios realizados a partir de 1950 resultan ser de tipo descriptivo con la utilización de métodos cuantitativos. A partir de los años ochenta hay una incorporación paulatina de la perspectiva etnográfica, incluyendo métodos que permitan analizar los factores que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje; las investigaciones se han realizado con diferentes implicaciones, diversos propósitos y metodologías que responden a los fines y a la población objeto de estudio.

La cuarta etapa de Lederman, es decir la que corresponde a la relación entre las concepciones de maestros de la naturaleza de la ciencia y el aula, en la práctica no es clara, ya que aparece mediada por una situación instruccional y otra que concierne a todos los sujetos. Es precisamente lo que se denomina naturaleza de la ciencia y se refiere típicamente a "los valores y suposiciones inherente a la ciencia, al conocimiento científico y/o al desarrollo del conocimiento científico" (Lederman, 1992a). Estos valores y las suposiciones incluyen, pero no son limitados, a la independencia de pensar, a la creatividad, empíricamente basada, subjetiva, *habilidad de prueba* y arraigo cultural y social (Duschl, 1990; Lederman, 1992a; Matthews, 1994). Aunque las ideas se asociaran con la naturaleza de la ciencia, se relacionan, también con los procesos de la ciencia y con el contenido; que es la base resultante del conocimiento en la ciencia y la naturaleza de la ciencia es clara en dichos procesos.

En resumen, la naturaleza de la ciencia está relacionada directamente a la epistemología de la ciencia. También es importante hacer notar que la comprensión de la naturaleza de la ciencia no puede dirigir cada uno de los valores y las suposiciones que se enlistaron en las investigaciones de concepciones de maestros y estudiantes; tienden más bien a enfocarse en algún subconjunto de las características enlistadas y nos permiten fundamentar que las

concepciones epistemológicas, las creencias, así como las imágenes de ciencia que manejan los maestros, los alumnos y los investigadores, no son excluyentes sino más bien se interrelacionan y complementan en varios aspectos.

Para el sustento teórico y metodológico de la investigación se procedió a revisar aproximadamente 48 artículos de los 101 encontrados que abordan diferentes vertientes de la naturaleza y enseñanza de la ciencia, tarea en la cual encontramos que no existe un solo trabajo de manera exclusiva y profunda que analice las concepciones de los investigadores. Kimball, uno de los pioneros en el trabajo de la naturaleza de la ciencia, aborda dos poblaciones en su estudio, la de los maestros y la de los científicos. Este reporte es una referencia obligada para los trabajos que los diversos autores citan en cuanto a la metodología. El instrumento denominado la Naturaleza de la Escala Científica (Kimball 1967) ha sido utilizado, así como los resultados encontrados, sin embargo no se recupera la parte referida a los investigadores. De esta ausencia, entre otras razones, surge la propuesta de realizar trabajos de investigación con los científicos (a partir de aquí manejaremos científicos o investigadores indistintamente).

2.2 Reseña de las investigaciones en torno a la naturaleza de la ciencia

En cuanto a los estudios realizados en torno a la naturaleza de la ciencia, así como a su enseñanza, encontramos que se pueden agrupar en cinco grandes áreas:

reportes de revisiones teóricas;

investigaciones, cuya población de estudio son los estudiantes en diferentes niveles escolares;

estudiantes que serán maestros, es decir que están en prefunciones;

maestros en ejercicio, de diferentes niveles escolares;

investigadores.

Brevemente presentaremos algunos de los estudios que se han realizado en cada una de estas áreas de investigación:

Reportes de revisiones teóricas

Ha habido una larga tradición de escritos teóricos respecto al establecimiento de los beneficios culturales, educativos y científicos de la enseñanza, acerca de la naturaleza de la ciencia y de consideraciones epistemológicas incluidas en los programas y en el currículo científico. Tradición que inicia probablemente con Dewey (1916) y Westaway en las primeras décadas del siglo XX y que continúa con Schwab en los años cuarenta; en los sesenta, Klopfer y Robinson (1968, 1969); las publicaciones de los años setenta de Holton (1973) y Martin (1972, 1974) y, más recientemente, Dusch, (1985,1988) Hodson, (1986) Lederman (1992a,1983), Solomon (1989,1991) y Matthews (1994, 1998), entre otros.

Es a partir de la década de los años sesenta cuando la investigación en la naturaleza y enseñanza de la ciencia da un giro, y se pasa de preguntar “¿qué saben los científicos?”, a un “¿cómo saben los científicos?”, reflexionado en el énfasis de Schwab (1960) sobre “¿qué hacen los científicos?”. Los casos de la Historia de la Ciencia y el Proyecto de Física de Harvard de Klopfer (1964,66, 1969) y las contribuciones a los programas de los Estudios del Currículo de Ciencia Biológica de Schwab (1963) fueron importantes para ilustrar el proceso y los productos de la ciencia en el currículo formal.

Estos autores son representativos del trabajo que se ha realizado en torno a la naturaleza de la ciencia en las últimas tres décadas. Podríamos señalar que han sido de gran aporte para la conformación de este campo del conocimiento denominado educación de la ciencia, educación científica. Una muestra es el trabajo que Robinson (1969) publicó —Naturaleza de la ciencia y la enseñanza de la ciencia, que podría considerarse el primer libro sobre la naturaleza de la ciencia— donde declaró que las concepciones de ciencia de los maestros pueden

afectar los comportamientos del salón de clase, el uso del trabajo, los diseños de laboratorio y la selección del currículo. Por otra parte, Elkana (1970) afirmó que “hoy en día la influencia de la nueva filosofía sobre la enseñanza de la ciencia es casi inexistente. Me parece que la aproximación histórica podría triunfar al presentarle al estudiante que no hay ciencia cerrada, no codificación del conocimiento científico”, ya que la comprensión del maestro sobre filosofía de la ciencia está muy lejos del avance de ésta misma.

En 1972, Martin publica Conceptos de la educación científica: un análisis filosófico, en el cual reiteró muchos de los elementos dirigidos por Robinson para apoyar la naturaleza de la ciencia en la instrucción de la ciencia; además revisó conceptos importantes desde la filosofía de la ciencia, incluyendo el valor del aprendizaje, de la investigación, la naturaleza de la explicación y el carácter de la observación en la ciencia y en el aprendizaje científico; planteó específicamente que el estudiante debería adquirir un rango de conocimientos científicos; destacó que el estudio de la filosofía de la ciencia es benéfico para el educador de ciencia, ya que le aclararán el pensamiento sobre la naturaleza de la ciencia y le ayudarán a la comprensión de los papeles y los métodos que guían el estudio de la disciplina.

Algunos autores (Rowell y Cawthron, 1978) han concluido que los maestros de ciencia toman una posición ingenuo-realista en la ciencia, y mantienen que los científicos tienen características particulares y emplean el método científico para alcanzar los logros de la ciencia. Cuatro años después suscribieron una mirada de la ciencia inductivista-empirista. Brush (1989) notó que los maestros de ciencia generalmente no están conscientes de la construcción social y cultural del pensamiento científico. Duschl (1987) va más allá al afirmar que para enseñar ciencia como investigación los maestros mismos deben tener una comprensión de la naturaleza de la ciencia.

Estudios han señalado (Munby, 1976) que el lenguaje que aparece en los materiales del currículo puede afectar significativamente la comprensión de la

naturaleza de la ciencia. En el material que analizó estuvieron implícitas dos posiciones en cuanto a la naturaleza del conocimiento científico en el lenguaje usado: el instrumentalismo y el realismo. La posición de que las ideas científicas son herramientas útiles para ayudarnos a entender el mundo natural encaja bien con una opinión instrumentalista de la ciencia.

Estos planteamientos guiaron las investigaciones durante una época; fueron extendidos por Lederman y Zeider (1989), concluyendo que la manera en que los maestros presentan verbalmente la ciencia tiene implicaciones para la manera en que los estudiantes formarán sus opiniones sobre la ciencia. Estos autores concluyeron en 1987, en un estudio que abordaba precisamente el analizar cómo las concepciones de los maestros influían en el comportamiento de sus estudiantes, que las creencias de los maestros no parecen efectuar diferencias en la enseñanza, y definieron a la naturaleza de la ciencia como las creencias y valores de un individuo inherentes a su desarrollo del conocimiento científico.

Uno de los trabajos teóricos de perfil filosófico y epistemológico y sus posibles vertientes en educación de la ciencia, que ha tenido una gran influencia, corresponde a Nusbaum (1989), quien aborda el problema del cambio conceptual a partir de tres corrientes filosóficas, a saber: empiristas, racionalistas y constructivista, con el propósito de aclarar la base teórica sobre la cual la investigación del cambio conceptual es conducida e interpretada, tarea que oscila en la comprensión de la dinámica del cambio conceptual en el salón de clases, categorizando desde las preconcepciones “ingenuas” a la pretendida concepción científica. Para ello realiza un recorrido a través de diversos autores representativos de cada una de las corrientes enunciadas, de tal modo que permite ver que las investigaciones en la enseñanza de la ciencia apenas se refieren al constructivismo, ya que prefieren fundamentar su quehacer en el empirismo y en el racionalismo.

El que los estudiantes comprendan la naturaleza de la ciencia y la educación de los maestros ha sido una de las metas de la educación científica, donde el concepto naturaleza de la ciencia merece particular atención en la educación científica en todos los niveles, porque es una concepción que engloba el conocimiento científico de cada quien para los maestros; las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia influyen las decisiones acerca de lo que se enseña y cómo se enseña (Brickhouse, 1990).

La comprensión de la naturaleza de la ciencia (Bentley, 1991) guía las decisiones de los maestros, por lo cual es necesario que conozcan la filosofía de la ciencia, las opiniones alternativas sobre ciencia que han surgido en las últimas décadas. Es importante conocer las creencias actuales sobre la filosofía de la ciencia. Para ello, Cobern (1991) propone una “Carta de intercambio”, en la cual desarrolla 32 declaraciones organizadas en cinco categorías: énfasis teórico (no puede hacerse buena ciencia sin buenas teorías); énfasis empírico (la observación es central para toda la ciencia; opinión anticencia (la ciencia y la religión no concuerdan fundamentalmente); cientismo (el método científico debe seguirse en todos los campos de estudio); opinión equilibrada (la ciencia es una de varias maneras de conocer). Planteamientos que se llevan a cabo en un juego en el cual el instructor da a cada estudiante un conjunto de seis a ocho cartas al azar y le auxilia para un proceso de inducción como principio de la lección.

La validez filosófica de las afirmaciones para la integración conceptual y metodología de las ciencias se ve cuestionada, ya que muchos de los cursos de ciencia integrada son apuntalados por afirmaciones como la de que la ciencia se constituye una sola y coherente, con propósitos, contenidos, métodos y criterios de evaluación comunes. Asimismo, Hodson (1992) cuestiona si hay unidad dentro y entre las ciencias, así como cuáles son los propósitos de la ciencia. En cuanto al conocimiento científico señala que una vez que las teorías crecen y se desarrollan es necesario considerar su estatus y el de las posiciones que existen, que son: de la corriente tradicional, el realismo ingenuo y el instrumentalismo y una posición

alternativa que es la crítica realista. Señala también que los estudiantes forman sus propios criterios de las experiencias provistas en el salón de clases, muchas de las cuales no han sido planeadas con consideraciones epistemológicas conscientes.

Hodson destaca tres tipos de aprendizaje para personalizarlo: aprendiendo ciencia (adquisición y desarrollo del conocimiento conceptual y teórico); aprendiendo acerca de la ciencia (desarrollo y entendimiento de la naturaleza y los métodos científicos, y un conocimiento de las complejas interacciones entre la ciencia y la sociedad); haciendo ciencia (comprometerse y desarrollar la habilidad en la investigación científica y la solución de problemas). El aprendizaje va acompañado de la enseñanza acerca de la ciencia donde los maestros deben promover la mirada de que el conocimiento científico es socialmente construido, sin faltar al reconocimiento de la construcción social del conocimiento científico en el diseño de las actividades del laboratorio. Enseñanza que implica una posición política, social y cultural.

Así, el conocimiento es negociado dentro de la comunidad científica mediante un juego de argumentación teórico, experimento y opinión personal. Es decir, la ciencia no es impelida exclusivamente por su propia lógica interna, más bien, está formada por las creencias personales y actitudes políticas de sus practicantes, y refleja, en parte, “la historia, la estructura de poder y el clima político de la comunidad que la apoya” (Dixon, 1973).

La posición teórica que asume Hodson es la de una epistemología constructivista en la aproximación del currículo, la educación del maestro y el desarrollo profesional. Los maestros necesitan articular sus miradas acerca de la naturaleza de la ciencia y de la naturaleza de enseñanza y aprendizaje; necesitan explorarlas y criticarlas; necesitan oportunidades para considerar alternativas y modelar, probar y evaluarlas en la acción; la unidad de las ciencias a través de un medio común de la evaluación de la teoría (Hodson, 1992).

En esta vertiente, el valor de la naturaleza de la ciencia para la enseñanza y el aprendizaje, según Driver et al. (1996) sugiere cinco argumentos adicionales, apoyando la inclusión de la naturaleza de la ciencia como una meta de instrucción científica: 1) la comprensión de la naturaleza es utilitaria; 2) una opinión democrática de que la gente debe entender la naturaleza de la ciencia para dar sentido a los temas sociocientíficos; 3) participar en el proceso de la toma de decisiones; 4) entender las normas de la comunidad científica, formando compromisos morales que son de valor general; y 5) la instrucción científica apoya el aprendizaje exitoso del contenido de la ciencia.

Robinson (1998) junto con Joseph Schwab detectan la necesidad de entender la naturaleza de la ciencia como parte importante en la educación de profesores y educadores de la ciencia, a partir de lo cual se enfatiza la relación entre la filosofía de la ciencia y la educación de la ciencia. Los trabajos de Schwab y de Bruner (1960) fueron incluso base del Proyecto de Currículo de la ciencia fundado por la National Science Foundation for Stanford University, el The Human Science Project, en el que se utilizaban ideas conceptuales, o estructuras conceptuales como organizadores del currículo.

Como una de las respuestas a la necesidad planteada en relación con la comprensión y tradición de la búsqueda de propuestas y alternativas para incluir elementos históricos y epistemológicos en los programas de enseñanza de la ciencia, Matthews (1998) señala que la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, su historia, sociología y filosofía, ha encontrado un lugar en las propuestas y los estándares del currículo de ciencia superior internacional, por ejemplo en el Currículo Nacional Inglés, en la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, Proyecto Científico 2061, en el currículo provincial canadiense, y en el nuevo currículo español y danés (Matthews, 1994). Después de andar un camino difícil, la enseñanza de la ciencia es parte de los Estándares de Educación

Científica Nacional de Estados Unidos (Collins, 1995; Holton, 1996; Matthews, 1998).

Preguntas que guían las revisiones teóricas

Las preguntas que han sido preocupación de los maestros son: ¿qué queremos lograr enseñando la naturaleza científica?, ¿cómo funcionan los modelos de la ciencia y cuáles son? La respuesta a estas preguntas ha generado un gran debate en el cual hay algún grado de unanimidad cultural y filosófica acerca de la naturaleza de la ciencia, sin dejar de lado el debate entre empiristas contra racionalistas; inductivistas contra falsacionistas; positivistas contra realistas; khunianos contra popperianos (Matthews, 1998:162).

Es de gran trascendencia que los maestros y los alumnos obtengan una comprensión de la naturaleza de la ciencia; un campo híbrido producto de la mezcla de varios estudios sociales de ciencia, tales como la historia, la sociología y la filosofía de la ciencia, con investigación de la ciencia cognitiva dentro de una descripción de lo que es la ciencia y de cómo funciona (McComas, 1998).

La necesidad de reexaminar los supuestos filosóficos de los maestros de ciencia está basada en una revisión de la literatura relevante. Esta revisión sugiere una falta de especificación explícita en la posición filosófica, que se ha tomado en cuenta en el desarrollo de la mayoría de los instrumentos empleados. Con base en esta búsqueda y crítica Koulaidis y Ogborn (1995) proponen reexaminar los supuestos filosóficos de los maestros de ciencia a partir de los siguientes puntos:

1. la importancia de la epistemología para la enseñanza científica;
2. una revisión del campo basada en un repaso de los estudios relevantes;
3. una discusión de los descubrimientos;
4. algunas propuestas para futura investigación y trabajo de desarrollo curricular.

En el punto número uno, Koulaidis señala, en primer lugar, que mientras para Scheffeler (1973) las consideraciones filosóficas pueden ser innecesarias, para los científicos, son esenciales para los maestros. En segundo lugar existe una dificultad con la lógica del argumento de Wilson y Cowell (1982) no hay ninguna relación entre epistemología y enseñanza científica: No hay necesidad de creer que las consideraciones filosóficas son centrales en la educación científica para suponer que las afirmaciones filosóficas tienen relevancia para ésta. Ya que cualquiera que crea que lo que preocupaba a Popper y Kuhn era central para la educación de la ciencia. Seguramente no sabrían qué tipo de temas abordaban estos filósofos.

En el segundo punto, la revisión de campo, presentarán Koulaidis y Ogborn estudios de acuerdo a su alcance, es decir si consideran una sola posición epistemológica o abarca más de una. Señalan que las posiciones incluidas son inductivismo, hipotético-deductivo, contextualismo y relativismo, donde por inductivismo se entiende a la posición que estudia a la ciencia a partir de hechos particulares (Dibbs 1982; Koulaidis y Ogborn, 1988; Ogunniyi, 1982; Ogunniyi y Pella, 1980). Por hipotético-deductivo consideran a la ciencia a partir de hipótesis y del progreso mediante la eliminación de ideas erróneas (Carey y Strauss 1970; Ogunniyi, 1982; Ogunniyi y Pella, 1980; Rowell y Cawthron, 1982). El contextualismo ayuda a cambiar el enfoque del debate epistemológico de la metodología al tema del cambio científico. La relativa estabilidad científica es caracterizada por un paradigma; el abandono de un paradigma por otro es visto como una revolución científica (Koulaidis y Ogborn), 1988; Rowell y Cawthron, 1982). El relativismo es visto como una versión extrema del contextualismo (Koulaidis y Ogborn, 1988). En el tercer punto, discusión de los descubrimientos, es importante destacar que los estudios que toman en cuenta varias posiciones explícitas son posteriores a 1975. Se encontró también que la mayoría de los estudios tienden a reflejar una imagen inductiva de la ciencia y que la prueba de la comprensión de la ciencia proyecta una posición hipotético-deductiva.

Algunas directrices para futura investigación y trabajo de desarrollo curricular, el cuarto punto, las desarrolla Koulaidis (1995) al proponer: a) la interacción entre las opiniones de los maestros sobre temas tales como la metodología, la demarcación de la ciencia, el estatus del conocimiento científico, así como sus opiniones sobre temas filosóficos de relevancia para la enseñanza de la ciencia; b) la identificación de los factores que pueden influir en la formación de las opiniones de los maestros, y la relación de estos factores en la pedagogía y en la ciencia escolar; y c) el papel de la acción, especialmente en relación con la creación del fenómeno.

Koulaidis considera que una investigación detallada de las creencias ontológicas de los maestros podría revelar la razón de ellos, así como en la interacción entre las opiniones pedagógicas y filosóficas.

Cobern (2000) elabora una revisión histórica que permite marcar cuál es la naturaleza de la ciencia y las diferencias entre el conocimiento y las creencias; para ello realiza un recorrido histórico desde tres vertientes: la primera en torno a los aportes que se han dado alrededor de la ciencia desde lo filosófico, lo epistemológico y cuestionando el papel que ha jugado la mirada occidental empirista del conocimiento versada en el realismo científico, tradición en la cual para poder adquirir conocimiento se deben tener aptitudes de investigación; la segunda en relación con la creencia, para la cual es necesario tener fe; y la tercera es en cuanto al papel que ambas juegan en la educación científica. El gran aporte de Cobern es precisamente cuando señala que la distinción entre conocimiento y creencia es una construcción artificial en el salón de clase. Si reconocemos que en el salón de clase todos los sistemas de conocimiento están fundados en presuposiciones, reintroduciría una discusión valiosa sobre la naturaleza y el significado del conocimiento de la ciencia en sí mismo, lo cual forzaría más tiempo en la instrucción de la naturaleza del conocimiento, el razonamiento, la evidencia y los compromisos, lo que no podría hacerse sin

reconocer las creencias de otros estudiantes y otras creencias sostenidas por científicos y maestros de ciencia.

Éste es uno de los grandes sustentos de nuestra investigación, desarrollo y concepciones de ciencia, ya que consideramos que en las concepciones se sintetiza el conocimiento de ciencia con la creencia como identificación, certeza que el sujeto tiene para esa área de conocimiento.

Mc Comas et al (1998) señala que es importante antes de proponer cualquier curso o programa para formar a los maestros o a los estudiantes en la adquisición de una comprensión de la naturaleza de la ciencia, tener alguna noción de qué conocimiento vale la pena para su incorporación en el currículo y en el discurso del aula, ya que, a pesar de todo el trabajo realizado, en el progreso significativo hacia la caracterización de la ciencia, aún existe mucho desacuerdo.

En el ámbito de las revisiones teóricas, requiere especial atención el perfil de la teoría científica de Loving (1991), propone una filosofía del modelo científico a partir de:

- a) una búsqueda extensiva de la literatura de filosofía de la ciencia y de educación científica con base en los filósofos del siglo XX: Thomas Kuhn, sir Karl Popper y Carl Hempel; así como filósofos contemporáneos: Paul Feyeraben, Gerald Holton, Stephen Toulmin, Dudley Shapere, Larry Laudan, Imre Lakatos, Clark Glamour, Ronald Giere;
- b) aplicar una encuesta a 17 instituciones sobre el grado de los temas de filosofía de la ciencia para las especializaciones de educación científica;
- c) la evaluación de un texto de métodos considerados en los resultados de la encuesta;
- d) las preguntas que orientaron la investigación fueron: ¿Qué perspectivas de la filosofía de la ciencia combinan los mejores elementos de la exactitud descriptiva con los estándares normativos para ser más útiles a los

maestros de ciencia en el desarrollo de sus propias opiniones sobre la naturaleza de la ciencia actual? ¿Puede trazarse un esquema o modelo que ayude a indicar posiciones notables sobre preguntas importantes relacionadas con las teorías científicas? ¿Qué explicaciones prácticas pueden desarrollarse para usar con maestros de ciencia en prefunciones o en funciones, confiando que ellos retratarán a la ciencia con una comprensión y sensibilidad más profunda?

El perfil de la teoría científica donde se representaron, en un plano cartesiano de dos ejes con cuatro cuadrantes, las posiciones realistas, racionalista, natural y antirrealista, uno de los resultados es que la mayoría de los maestros retratan a la ciencia ante sus estudiantes tal y como lo hace la generalidad de los textos escritos en el cuadrante C, es decir los realistas racionales. El desarrollo del perfil de la teoría científica se ha dado como un intento por mejorar la comprensión de los maestros de ciencias de las teorías científicas y percepciones más claras de lo que es la ciencia de las interpretaciones actuales respecto a lo que es ciencia y no lo es; de los papeles únicos y diversos que la teoría científica ha jugado en el mundo de la ciencia y de la manera dinámica en que se conduce con elementos de arte y hallazgo.

Entre los aportes para realizar investigación educativa en la naturaleza de la ciencia, Lederman (1998) analiza los instrumentos que se han utilizado en las últimas cuatro décadas para evaluar las concepciones de los estudiantes y de los maestros. Para ello cuestiona la validez de las investigaciones examinadas con las siguientes bases: a) los instrumentos son evaluados de una manera tendenciosa, y b) algunos instrumentos de evaluación parecen estar contruidos pobremente. Paralelamente a esta revisión de instrumentos se plantea una crítica a las investigaciones sustentadas en el lápiz y el papel; propone que es tiempo de realizar investigaciones cualitativas más abiertas al entendimiento de los individuos.

Una de las conclusiones a la que llega en esta evaluación es que por más de 30 años la investigación de la naturaleza de la ciencia se ha provisto por lo menos de cuatro descubrimientos consistentes respecto a los instrumentos utilizados, que son:

1. Los maestros de ciencia parecen tener concepciones inadecuadas de la naturaleza de la ciencia.
2. Los esfuerzos por mejorar las concepciones de los maestros sobre la naturaleza de la ciencia han alcanzado algún éxito cuando se han incluido aspectos históricos del conocimiento científico o atención directa a la naturaleza de la ciencia.
3. Las variables del bagaje académico no han sido significativamente relacionadas con las concepciones de los maestros sobre la naturaleza de la ciencia.
4. La relación entre las concepciones de los maestros sobre la naturaleza de la ciencia y la práctica en el salón de clase no es clara, y la relación está mediada por un gran arraigo de asuntos educativos y situacionales.

Los reportes de las revisiones teóricas sobre la comprensión de los maestros y los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia han sido continuos desde la aparición de las primeras opiniones sobre las relaciones ciencia-tecnología y sociedad. Estas investigaciones han combinado un número considerable de propósitos, metodologías y productos de investigación.

Investigaciones con estudiantes

En lo que respecta a las investigaciones con estudiantes encontramos que existe una gran diversidad de propósitos y metodologías utilizadas. A continuación presentamos algunos de los reportes:

En 1992 Meichtry investigó los efectos de la prueba de campo ECCB (Estudios del Currículo de Ciencias Biológicas) del programa de ciencia del primer año de secundaria acerca de la comprensión de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia creativa a partir de comparar un grupo control y uno experimental, a los que se les aplicó un pretest y un postest, utilizando la Escala Modificada de la Naturaleza del Conocimiento (EMNCC), que es una prueba estandarizada. Se utilizaron cuatro medidas diferentes de la comprensión del estudiante como variables dependientes; éstas fueron: 1) la ciencia como un esfuerzo creativo (el conocimiento científico es un producto de la creatividad humana); 2) la ciencia como desarrollo (el conocimiento científico es tentativo); 3) la ciencia como probable (el conocimiento científico es capaz de probarse empíricamente); 4) la ciencia como un conjunto unificado de propiedades (las ciencias especializadas contribuyen a una red interrelacionada de leyes, teorías y conceptos). Estas cuatro dimensiones, propuestas por Showalter (1974) y Ruba y Anderson (1978), que representan la definición multifacética de la naturaleza de la ciencia, dan sustento a la investigación de Meichtry (1992).

En los resultados se encontró que los alumnos que experimentaron el programa de ciencia disminuyeron significativamente sus interrogantes en cuanto a la naturaleza creativa de la ciencia; asimismo se encontró que una de las causas por las cuales no entienden completamente la naturaleza de la ciencia, es la falta de conocimiento, además de las capacidades y actitudes necesarias para tomar decisiones individuales o contribuir en las decisiones sociales acerca de los temas que afecten sus vidas en su mundo crecientemente científico-tecnológico.

La imagen que tienen los estudiantes de la naturaleza de la ciencia, así como de los investigadores, fue estudiada por Solomon (1992) a partir de considerar que “los estudiantes desarrollan su conocimiento y su entendimiento de la manera en que las ideas científicas cambian a través del tiempo y de cómo la naturaleza de estas ideas y de los usos para los que son puestas son afectadas por los contextos sociales, morales, espirituales y culturales en los que se desarrollan”

(Solomon, 1992: 409); se indagó a partir de un cuestionario aplicado a 400 estudiantes al inicio de un curso, corregido y nuevamente aplicado al final del curso. Utilizaron tres diferentes metodologías: a) un estudio de intervención; b) investigación, acción; y c) la investigación experimental. Los resultados obtenidos en relación con la expectativa de la teoría señalaron que los estudiantes expresaron una mirada coherente acerca del papel del experimento y de la teoría, y otros oscilaban de una imagen de la ciencia a otra.

Encontraron, además, tres posibles barreras epistemológicas: 1) los estudiantes han tenido acceso a un número de significados e imágenes diversos que coexisten; 2) tienen poco o nulo conocimiento acerca de los científicos; y 3) no están familiarizados con la palabra teoría. Después del curso, los alumnos tenían imágenes populistas de los científicos. Encontraron también que en particular hay un movimiento significativo desde el empirismo de hallazgo afortunado y hacia una apreciación de la naturaleza interactiva del experimento y la teoría. Se detectó que si aprenden algo de historia de la ciencia esto puede llevar a un entendimiento de la ciencia escolar. Descubrieron asimismo que ayudar a los estudiantes a enfocarse en las razones para aceptar una teoría en lugar de otra era más efectivo que sólo enseñar una teoría aceptada. Otro de los resultados consistió en que si se estudia la historia de un cambio en la teoría puede darse el proceso del cambio conceptual.

Podríamos señalar que la pregunta que orienta las investigaciones con la población de estudiantes es: ¿cómo entienden los estudiantes la naturaleza de la ciencia? A dar respuesta a esta interrogante se han abocado entre otros Griffiths y Barry (1993), quienes seleccionaron una muestra aleatoria de 32 estudiantes de preparatoria en Canadá, los cuales fueron entrevistados, y sus respuestas fueron englobadas en cuatro grandes categorías: a) puntos generales; b) naturaleza de los hechos científicos; c) naturaleza de las teorías científicas; y d) naturaleza de las leyes científicas. De este trabajo hay que destacar que se obtienen dos sugerencias importantes: primera, que los maestros examinen sus propios

entendimientos sobre la naturaleza de la ciencia, y segunda que los maestros pregunten a sus alumnos, quizás informalmente, sobre lo que entienden por hecho, ley, teoría, y pedir ejemplos ilustrativos.

Una de las preguntas que orientan el trabajo con los estudiantes es: ¿cuáles son las creencias epistemológicas y cuáles son los cambios a través de un programa educativo? Al respecto Meyling (1997) realiza una investigación en dos etapas; la primera tiene una base empírica y la segunda es el análisis de los resultados de un programa de dos años para la enseñanza de la epistemología, explícitamente en un curso de física (grado 11-13). La primera etapa, con una base empírica, se hace con pruebas verbales y declaraciones (las cuales difieren de la acción en los laboratorios) sobre lo que son las teorías, las leyes, el modelo, el camino a seguir en el descubrimiento científico; encuentra que las concepciones erróneas son muy difundidas y apoyadas por más del 50% de los estudiantes. Para el curso, la pregunta guía fue: ¿cómo se puede estructurar la reflexión epistemológica?; se incluyeron las siguientes corrientes: positivismo, racionalismo y materialismo. Después del curso, algunos de los estudiantes pudieron expresar sus propias concepciones de ciencia, señalando que habían cambiado a partir de haberse familiarizado con el hecho de que la influencia del observador en el análisis de los experimentos y las correlaciones naturales, ya que antes tenían una concepción de ciencia neutral y objetiva. Asimismo, ahora reconocían que la verdad era relativa. Las preguntas que habría que seguir planteando son, entre otras: ¿cómo están relacionadas las diferentes concepciones de un estudiante?, y ¿qué cambios se desean en las concepciones de los estudiantes sobre la ciencia?

En los estudios que hemos presentado hasta ahora se ve que el papel que juega el conocimiento de los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia en su aprendizaje cotidiano no ha sido comprendido; esta es la razón por la cual Hogan (2000) se aboca a explorar una línea del proceso de conocimiento de los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia a partir de una revisión teórica desde diferentes vertientes, a través de la cual describe varios tipos de

conocimiento con dos categorías que clasifican cómo opera la comprensión de la naturaleza de la ciencia de los estudiantes, como conocimiento lejano o cercano; el primero se refiere al conocimiento de los estudiantes sobre los protocolos, las prácticas y los productos de la comunidad científica profesional; el segundo, el cercano, se refiere al entendimiento y sus perspectivas sobre la naturaleza de sus propias prácticas de construcción del conocimiento científico.

El objetivo de Hogan (2000) en este estudio era explorar cómo diferentes tipos de conocimiento acerca de la ciencia podrían afectar el aprendizaje científico de los estudiantes en la escuela. Uno de los aportes relevantes que podemos considerar, es precisamente el de los tipos de conocimiento lejano y cercano, ya que el primero incluye la importancia de la historia y la filosofía de la ciencia; ambos ayudan al estudiante a desarrollar filosofías personales sobre la formación del conocimiento; y en el caso del conocimiento cercano posibilitan perspectivas personales en la formación del lenguaje que, eventualmente, generalizaría la difusión de perspectivas epistemológicas sobre el conocimiento científico y su desarrollo.

Estudiantes, maestros en prefunciones

Desde hace más de tres décadas se han utilizado diferentes instrumentos, tales como el Test Sobre el Entendimiento de la Ciencia (Klopfer y Cooley, 1961 cit. en Rubba y Anderson, 1978) y la Escala de la Naturaleza de la Ciencia (Rubba y Anderson, 1978), con el propósito de conocer qué tan bien entienden la naturaleza de la ciencia los candidatos a maestros.

En 1968 Russell y Carey fundamentan su investigación en el marco de los intentos que se han realizado en los últimos 30 años para mejorar la calidad de la educación, con tendencia de convertir el aprendizaje de hechos en un aprendizaje conceptual. Su investigación se centra en maestros de secundaria, futuros profesores de ciencia que se están preparando en la Universidad de Georgia.

¿Poseerán una filosofía de la ciencia que muestre una comprensión de la naturaleza de la ciencia aprobada por científicos y educadores de la ciencia? Para ello plantea tres preguntas centrales que fungirán posteriormente como las fases de la investigación:

- ¿Cuál es su concepto sobre la naturaleza de la ciencia?
- ¿Qué relación existe entre el concepto sobre la naturaleza de la ciencia de los futuros maestros, medido por el instrumento del Inventario de los Procesos Científicos de Wisconsin y ciertas variables académicas?
- ¿Puede un curso de métodos científicos de secundaria hacer una contribución a la comprensión sobre la naturaleza de la ciencia de los futuros maestros?

La respuesta a la primera pregunta se obtuvo a través de un cuestionario con una sola pregunta de respuesta abierta, un ensayo, que se aplicó a los alumnos; en la segunda fase el Inventario de Procesos Científicos; mientras que la tercera consistió en un curso. Posterior a éste se volvió a aplicar el inventario. Algunos de los resultados son:

- Que muchos de los futuros maestros de secundaria no poseen un concepto adecuado sobre la naturaleza de la ciencia para enseñarla de acuerdo con las tendencias y filosofías modernas.
- Una comprensión de la naturaleza de la ciencia puede no necesariamente cumplirse al terminar los cursos universitarios de ciencia, ni por la participación en las actividades científicas de estos cursos.
- Parece haber un vacío en la preparación de los futuros maestros de ciencias de secundaria que puede minimizarse mediante un curso de métodos orientados hacia la naturaleza de la ciencia.

Esta investigación que reportan Carey y Stauss, es importante para nuestro trabajo, porque a través de los ensayos encuentra que los alumnos consideran que su concepción de ciencia consiste en aquellas cosas que pueden examinarse,

probarse y observarse (Carey y Stauss, 1968: 360); por otro lado, Brickhouse (1990) descubrió en el caso de la investigación realizada con tres maestros en prefunciones: en relación con sus miradas acerca de la naturaleza de la ciencia puede ser expresada en el salón de clase. Más aún, las miradas de los maestros sobre cómo construyen el conocimiento científico fueron consistentes con sus creencias acerca de cómo deberían de aprender ciencia los estudiantes.

Para determinar las miradas de los maestros de ciencias en prefunciones sobre la naturaleza de la ciencia y cómo cambian éstas a través de un programa de educación del maestro, Palmquist (1997) realizó una investigación en la que participaron 15 estudiantes de un programa de enseñanza de ciencia secundaria a quienes se les aplicó una encuesta y, posteriormente, una entrevista previa al curso y una posterior al mismo. Las miradas sobre la naturaleza de la ciencia no son claramente contemporáneas, pospositivista o tradicional o empirista, o inductivista con un método cualitativo, como es la entrevista; se llegó a la conclusión de que los maestros tienen una mirada mezclada de la naturaleza de la ciencia, ya que la vasta mayoría de las miradas de método y ley fueron tradicionales, mientras la mayoría de las miradas de la teoría, el papel de un científico, el conocimiento, fueron contemporáneos. Las miradas de los maestros en prefunciones sobre la naturaleza de la ciencia podrían llegar a ser más definitivas y más contemporáneas si la naturaleza de la ciencia estuviera más relacionada con la naturaleza de la enseñanza-aprendizaje; identificar a partir de qué se forman los estudiantes preuniversitarios de ciencia con actividades y situaciones en el salón de clase.

¿La concepción sobre la naturaleza de la ciencia de los candidatos a maestros no está vinculada a cómo enseñan? Para dar respuesta, Hammarich (1997) plantea la Estrategia de Controversia Cooperativa, la cual está basada en dos asunciones: a) el entendimiento sobre la naturaleza de la ciencia de un maestro está relacionado con las concepciones de sus estudiantes, y b) los comportamientos y las decisiones educativas de un maestro son significativamente influidas por sus

concepciones de la naturaleza de la ciencia (Lederman 1992), de donde encuentra que las concepciones dentro de la naturaleza de la ciencia son inevitables, pero estos conflictos pueden proveer una experiencia positiva e incrementar el aprendizaje; además de que los individuos muchas veces pueden cambiar sus concepciones basados en la concepción de otros.

En esta investigación existen dos polos sobre la naturaleza de la ciencia: uno es el conocimiento científico como un hecho (el significado de la ciencia es una colección estática de hechos vistos como un producto final) y el conocimiento científico como creencia (creencia se refiere a que la ciencia es vista como descubrimientos tentativos). El saber que hay diferencias en las concepciones de la naturaleza de la ciencia daría sentido a explorar todas las concepciones alternativas posibles antes de tratar de decidir cuál es la más adecuada. Los candidatos a maestros deben tener las habilidades cooperativas necesarias para trabajar hacia una resolución, y deberían ser impulsados a conocer, escuchar y enfatizar las concepciones alternativas de la ciencia. Sólo entonces estarían en posibilidades de decir qué entienden por ciencia, cuál es su concepción de ciencia.

En la búsqueda de conocer cuáles son las opiniones de los alumnos acerca de la naturaleza de la ciencia, Ryder y Driver (1999) realizan una investigación longitudinal con un trabajo en tres áreas: a) la relación entre los datos y las afirmaciones de conocimiento; b) la naturaleza de las líneas de la investigación científica; y c) la ciencia como una actividad social; por medio de la entrevista abundan en las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo deciden los científicos qué preguntas investigar?
2. ¿Por qué hacen experimentos científicos?
3. ¿Cómo puede distinguirse el buen trabajo científico del malo?
4. ¿Por qué piensas que el trabajo de algunos científicos resiste la prueba del tiempo mientras otros son olvidados.
5. ¿Cómo son resueltos los conflictos de ideas en la comunidad científica?

En primer lugar ven que para los estudiantes el mundo de la ciencia profesional está en gran medida fuera de su experiencia cotidiana; que los estudiantes parecen trazar y desarrollar representaciones sociales sobre la naturaleza de la ciencia con un énfasis particular sobre las prácticas del trabajo diario de los científicos. Los resultados señalan que alumnos dividen las imágenes de ciencia en tres secciones: a) la relación entre las afirmaciones y los datos del conocimiento científico es epistemológica; representa las discusiones de los estudiantes de cómo las afirmaciones del conocimiento se originan e interactúan con datos experimentales y observación; b) los científicos son vistos siguiendo una línea coherente de investigación científica, ya sea de manera individual o como comunidad; c) la dimensión social de la ciencia captura las discusiones de los estudiantes acerca de la ciencia como una actividad regulada institucionalmente y cooperativamente.

Entre las respuestas de los estudiantes se encuentra la diferenciación que plantean sobre los intereses individuales de los científicos; reconocen que existe una comunidad de científicos que interactúan; que sus líneas de investigación, están influidas por las ideas teóricas de la disciplina y la ubicación de su investigación, así como la importancia de las instituciones de la ciencia en la regulación y dirección de fondos, la utilidad y el impacto que tienen desde el punto de vista social y la economía.

En este reporte se destaca la importancia de la formación de los estudiantes, cuyo proyecto involucró trabajar dentro de una investigación activa de laboratorio entre estudiantes de doctorado, científicos posdoctorados y técnicos, aprendieron ciencia siendo aprendices en un primer momento. Trabajar entre otros científicos y estudiantes de ciencia da experiencias que promueven discusiones con otros (diálogo externo) sobre ciencia, y los alienta a dar sentido a estas experiencias (diálogo interno), donde se ve la importancia de que una comunidad científica

haga posible que el estudiante amplíe sus ideas sobre el mundo desconocido de la ciencia en las experiencias personales de lo que parece ser un científico.

El estudio de Ryder y Driver (1999) es por demás necesario para nuestra investigación, ya que analiza una serie de categorías en torno a los investigadores desde la mirada de los estudiantes. Alumbrar el tema de las imágenes de ciencia con los maestros y los alumnos es un paso importante hacia el desarrollo de un currículo para alumnos en prefunciones, el cual represente la ciencia de forma adecuada para los estudiantes.

Aguirre (1990) analiza las concepciones sobre la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes en prefunciones. Éstas fueron identificadas a través de un cuestionario. Al principio de un programa de entrenamiento, las respuestas obtenidas fueron analizadas y caracterizadas en cinco concepciones de naturaleza de la ciencia, dos de la enseñanza y tres del aprendizaje. En relación con las concepciones de ciencia se buscaba clarificar cómo estaban pensando los estudiantes respecto de ésta; se encontraron cinco tipos de respuesta:

- a) Una concepción ingenua de la ciencia: la ciencia como un cuerpo de conocimiento consistente de una recolección de observaciones y explicaciones de cómo y por qué funcionan ciertos fenómenos en el Universo.
- b) Una concepción experimental-inductiva de la ciencia: consistente de un cuerpo de proposiciones que han sido probadas para ser correctas.
- c) Una concepción experimental-falseadora de la ciencia: la ciencia consiste en un cuerpo de proposiciones que no han sido falseadas.
- d) Una concepción tecnológica de la ciencia: la ciencia es una actividad dirigida al desarrollo tecnológico para mejorar la forma de vida de la gente.
- e) La concepción sobre la ciencia del proceso de tres etapas: el conocimiento científico es desarrollado por las primeras teorías de desarrollo, luego se

prueban las teorías y después se da la aceptación por parte de la comunidad científica. Esta concepción es complementaria a otras.

La primera concepción fue sostenida por cerca del 40% de los estudiantes, donde las actividades principales de la ciencia están dirigidas a responder preguntas y proveen explicaciones. De acuerdo a las concepciones cuasiempiristas de la ciencia (experimental-inductiva y experimental-falsacionista) la sostuvo más de la mitad del grupo. Aguirre (1990: 388) llega a la conclusión de que un

tratamiento más balanceado de la historia/filosofía de la ciencia y específicamente la enseñanza con objetivo de comportamientos/capacidades es necesario en la educación del maestro de ciencia en funciones y prefunciones si [triunfáramos] en promover concepciones más adecuadas de la naturaleza de la ciencia entre nuestros estudiantes de ciencia.

Recomienda la implementación de la instrucción de métodos científicos que reflejen la condición paralela del maestro estudiante como un aprendiz, de la misma manera que los maestros constructivistas respetan sus concepciones alternativas de la ciencia.

Estudios realizados con maestros

Encontramos que se han realizado investigaciones con maestros en diferentes niveles escolares, con diversas metodologías y en varios países. Como resultado de su investigación Kimball (1967) señala que los educadores de la ciencia son inflexibles en su defensa del entendimiento de la naturaleza de la ciencia. Por otra parte, con el propósito de investigar la manera y el grado en que los maestros de ciencias consideran la naturaleza de la ciencia en la toma de decisiones y en la planeación y entrega de tareas de instrucción, Duschl (1989) realiza una investigación de corte etnográfico para la recolección de datos cualitativos, en la cual destaca que el trabajo académico en el aula revela que las estructuras del conocimiento y las creencias de los maestros son fuerzas potentes en la

determinación de las características del ambiente educativo. Hay una necesidad de trazar nuevas posiciones en la filosofía de la ciencia que representen una síntesis entre historia y filosofía de la ciencia, que lleve a reconocer las teorías y el papel central en el ambiente del conocimiento científico.

Tres preguntas orientaron su investigación; resaltaremos la primera: ¿qué consideraciones dan los maestros de ciencias a la naturaleza y al papel de teorías científicas en la selección, la implementación y el desarrollo de las teorías de instrucción? Esta pregunta de investigación buscaba explorar posibles posiciones nuevas en la filosofía de la ciencia que representaran una síntesis entre historia y filosofía de la ciencia. Los resultados mostraron que los maestros enseñan en función de los objetivos, y se encontró una serie de limitaciones institucionales para la toma de decisiones de los maestros, lo cual implica que estas restricciones contribuyen a su inhabilidad y al no crecimiento de su desempeño profesional como profesor. Duschl señala que la investigación de la historia y la filosofía de la ciencia podrían influir fuertemente en el procedimiento y crecimiento en la ciencia, cosa que ocurre a través de cambios simples y generales en las teorías científicas y que podría tener una repercusión en la educación de la ciencia.

En un estudio empírico Koulaidis y Ogborn (1989) obtuvieron opiniones de los maestros respecto al método científico, los criterios de demarcación de la ciencia, la naturaleza del cambio en el conocimiento científico y el estatus del conocimiento científico. Fundamentaron su trabajo en cuatro corrientes: inductivismo, hipotético-deductivismo, contextualismo versión racionalista y relativismo. El estudio se realizó con maestros jóvenes de ciencias en escuelas urbanas y con futuros maestros a quienes se les aplicó un cuestionario conformado por dos áreas, la filosófica y la pedagógica; únicamente reportaron los resultados de la primera. Algunas de las aportaciones importantes son: la advertencia que hacen para ser precavidos con las respuestas de los maestros y no aseverar que tienen una posición filosófica identificada. Lo que más predominó fue el eclecticismo, y que si bien los maestros fueron eclécticos en algún tema, en otro no lo eran; que los

maestros de ciencias tienen opiniones identificables acerca de la base filosófica-epistemológica de la ciencia y que existen variaciones interesantes entre los diferentes grupos de maestros, lo que hace necesario futuros estudios.

Zeidler y Lederman, en 1989, realizaron un estudio sobre la posibilidad de que el lenguaje que usan los maestros para comunicar el contenido científico pueda proveer el contexto (orientaciones ingenuas-realistas o instrumentalistas) en el que los estudiantes llegan a formular una mirada universal de la ciencia. El estudio se realizó con 18 maestros de biología en preparatoria, a quienes se les aplicó el test la Escala de Conocimiento de la Naturaleza de la Ciencia, al principio y al final del otoño. Se realizaron tres observaciones cualitativas durante un semestre y se obtuvieron transcripciones de las interacciones maestro-estudiante, analizando seis variables relacionadas con las concepciones realistas e instrumentalistas de la naturaleza de la ciencia. Se encontró que el lenguaje ordinario de los maestros en la presentación de la materia para información científica y de los conceptos tiene un impacto significativo sobre las concepciones de la naturaleza de la ciencia de los alumnos.

La noción de que las diferentes concepciones de la ciencia pueden derivarse del lenguaje de comunicación científica fue planteada por Munby (1976), basado en los trabajos de Nagel (1961), Toulmin (1977) y Rozak (1968) quienes plantean una sutil distinción entre el lenguaje usado para transmitir el contenido científico y el entendimiento de la naturaleza del conocimiento científico por los estudiantes. A decir de Rozak una concepción ingenua realista mira al conocimiento científico como verdadero, real, existente, independientemente de la experiencia personal donde los objetos científicos (átomos, luz, iones) tienen el mismo estatus ontológico como objetos ordinarios (mesa, silla). La concepción alternativa de la ciencia describe la mirada instrumentalista en la que la explicación científica representa declaraciones de utilidad práctica; enfatiza el conocimiento científico como un producto de la imaginación y la creatividad humana; hace hincapié en la naturaleza tentativa del conocimiento científico.

Los autores concluyen que transmitir una concepción adecuada de la naturaleza de la ciencia a los estudiantes está implícita en el contexto general de lo que los educadores de la ciencia y las organizaciones nacionales han referido como alfabetismo científico. Y que parece plausible que el lenguaje que usan los maestros, para comunicar el contenido científico, revela concepciones implícitas de la naturaleza de la ciencia, que pueden proveer el contexto, realista o instrumentalista, en el cual los estudiantes lleguen a una concepción de la naturaleza de la ciencia.

Entre las investigaciones que mayor impacto han tenido, debido a que son originales y abordan temas polémicos y actuales, están las de Nancy Brickhouse (1989, 1990, 1992). Ella ha trabajado sobre las concepciones de la naturaleza de los profesores, así como sobre el papel que desempeñan y sus creencias acerca de la naturaleza de la ciencia y su relación con la práctica del salón de clase. El estudio (1992) que reportamos lo realizó con tres maestros seleccionados de entre siete que entrevistó en un primer momento, y observó sus clases por 35 horas, a partir de lo cual detectó que los maestros diferían en sus miradas sobre la naturaleza de las teorías científicas, los procesos científicos y la progresión y cambio del conocimiento científico. Las creencias sobre la ciencia de los maestros no sólo influyen las lecciones acerca de la naturaleza de la ciencia, sino que, además, forman un currículo implícito concerniente a la naturaleza del conocimiento científico.

Los maestros divergieron en su mirada de las teorías científicas: uno enseñaba las teorías, utilizando como herramientas los planteamiento teórico de Kuhn (1982) y Lakatos (1978) para señalar que la ciencia no está acabada, así como para resolver problemas; mientras que el otro veía las teorías como verdades descubiertas. El tercer maestro, enseñaba el método científico por pasos, pidiendo a sus alumnos que leyeran sobre experimentos históricos en sus textos y que identificaran los pasos del método científico en ellos. La autora concluye que los

cambios en el entendimiento teórico de los estudiantes o de los científicos modifica sustancialmente la forma en que se interpreta la evidencia. El análisis de estas miradas acerca de la naturaleza de la ciencia de los maestros y de cómo aprenden los estudiantes refleja la cuestión epistemológica de cómo es construido el conocimiento científico en un salón de clase, lo cual evidencia la necesidad de conocer el contenido, que es básico en la formación; y que la diferencia entre los maestros de ciencia consiste en el entendimiento de lo que es ciencia y de cómo se aprende y opera desde un sistema de creencias consistente y autorreforzado. Brickhouse señala la necesidad de realizar estudios más amplios de la influencia de las creencias de los maestros dentro de las prácticas educativas y cómo afectan el entendimiento científico de los estudiantes y su actividad en la ciencia.

Como sustento a estos resultados, en un estudio realizado con un maestro de secundaria, Brickhouse (1992) encontró también que se mira a la ciencia como un comportamiento practicado por individuos motivados y creativos. Ese maestro valora las experiencias informales de enseñanza donde los niños se “entretienen” y “salen por la tangente”; pese a ello la ciencia en el salón de clase adquiere un aspecto formal y estructurado. Encontró también que existen limitaciones institucionales para la enseñanza de la ciencia, tales como: el control de los supervisores, los directores, la burocracia —que involucra regulaciones y jerarquías sociales—, y el control técnico, el diseño de las instalaciones, los textos y otros materiales para la enseñanza y los eventos que ocurren dentro del salón de clase. Es importante señalar que los maestros principiantes generalmente tienen más preparación y se les pide que den las clases que los maestros experimentados no quisieron tomar, quizá por considerar que ellos ya cuentan con la experiencia y sus conocimientos son más que suficientes (Thorman, 1988, cit. en Brickhouse, 1992). Y propone que se realice una investigación longitudinal que monitoree el cambio de las creencias y las acciones de los maestros.

Lederman y O'Malley (1990) han señalado que las decisiones personales y las opciones son afectadas por una interacción compleja de factores culturales,

sociales y psicológicos, y no necesariamente alterados por el conocimiento científico. Por lo tanto, lo que se necesita es sensibilidad y conciencia hacia los marcos de trabajo de la gente en un diseño de métodos más efectivo para ubicar y dirigir tales temas en la escuela y en el ámbito público.

Anita Rampal (1992) nos reporta una investigación sustentada en una extensa revisión teórica en torno a los trabajos que se han realizado en las últimas décadas sobre sociedad-ciencia-tecnología, y desde ese marco repara en las voces que se han levantado por una reestructuración radical del curso de la ciencia en congruencia con la nueva sociología y filosofía de la ciencia, con el propósito de reflexionar sobre valores inherentes en la ciencia como una empresa auténtica y no tanto idealizada.

La población de estudio fue de maestros. Se les aplicó un cuestionario que fue validado con la participación de científicos, educadores y personal responsables del Programa de Enseñanza Científica de Hoshangabad, India —abunda sobre la imagen y percepción que los maestros tienen de los científicos—. Se encontró que consideran que los científicos son seres extraños, hasta extraordinarios, quienes no se entrenaron necesariamente en el sistema educativo formal; muestran un sentido muy agudo en el compromiso y paciencia en la persecución de la verdad. Los científicos son también vistos como estereotípicamente preocupados, con una apariencia “perdida”, lo cual se refleja en todos los aspectos de su vida; exitosos porque cuentan con una gran perseverancia, que los científicos atribuyen al obstinamiento y a que poseen una mentalidad científica.

Rampal señala que se da un dominio del ambiente de la científicidad o del positivismo lógico en el entendimiento, acerca de la naturaleza del conocimiento científico, que parece influir en las nociones de los maestros. Presenta, además, una reflexión importante al señalar que los maestros de ciencia parecen convencidos de la científicidad de la astrología y de los sistemas indígenas de

medicina. Es importante recordar que este estudio se realizó en la India, una sociedad llena de tradiciones y una cultura legendaria.

Algunas de las conclusiones de la literatura sobre la educación de la ciencia (Aguirre et al. 1990) revelan que los maestros tienen miradas tradicionales en torno a la naturaleza de la ciencia. Otros (Koulaidis y Ogborn, 1989) concluyen que los maestros tienen una mirada mezclada de la naturaleza de la ciencia.

Más aún, habría que destacar que en los trabajos analizados se ha dado un juicio de valor a las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los maestros, las cuales han sido catalogadas como adecuadas e inadecuadas, y por lo tanto, susceptibles de ser mejoradas. Se debería tomar en cuenta que la naturaleza de la ciencia responde a construcciones que en sí mismas cambian (Nott y Wellington 1998). La pregunta entonces sería ¿dónde nacen las concepciones de ciencia?

Nott y Wellington encontraron que éstas están basadas en la evidencia empírica de la práctica más que en una reflexión filosófica; sus percepciones son producto de la práctica profesional, lo cual investigaron con los incidentes críticos. Destacan, además, que los maestros no hablan sobre ciencia como investigadores de ciencia, educación o de educación científica; hablan de ciencia como maestros, y encuentran que su trabajo les permite aprender, reflexionar, articular y conocer su propia comprensión de la ciencia.

Respecto a las opiniones y las creencias de los maestros de ciencia sobre la naturaleza de la ciencia, así como cuáles son sus preocupaciones y sus necesidades al abordar este aspecto en el aula, Lakin y Wellington (1994) señalan la falta de conocimiento de los maestros sobre la naturaleza y la historia de la ciencia; esta deficiencia emergió fuertemente en el estudio durante la discusión, así como el reconocimiento verbal de que su conocimiento era irregular y sus ideas no bien formuladas; las señales no verbales reflejaron una inseguridad cuando los temas fueron probados a profundidad. Los maestros estuvieron

buscando la confirmación de que sus interpretaciones fueran aceptables y correctas.

Las investigaciones sobre la naturaleza de la ciencia han despertado el interés de investigadores de diferentes culturas; así tenemos que Abdullateef (1999), de los Emiratos Árabes, desarrolló y administró un cuestionario a 224 maestros de química. El cuestionario cubría cinco aspectos sobre la naturaleza de la ciencia: modelos, teorías científicas, el papel del científico, el conocimiento científico y las leyes científicas. Los resultados señalan que a pesar de contar con una cosmovisión islámica, los maestros no son diferentes; mostraron algunas creencias básicas que consisten en creencias tradicionales acerca de la ciencia. Los resultados marcaron que los maestros en funciones y en prefunciones no son totalmente tradicionales ni claramente constructivistas. En su mayoría, sostuvieron miradas tradicionales acerca del papel del científico, y constructivistas sobre el conocimiento científico, y una mezcla de ambas miradas acerca de las teorías científicas, el método científico y las leyes científicas.

La relación de la comprensión de los maestros sobre la naturaleza de las ciencias y la práctica en el salón de clase fue investigada por Lederman (1999) con cinco maestros de biología, a través de diferentes métodos, para obtener los datos, tales como cuestionarios, entrevistas, planes y materiales de instrucción, así como observación de clase, entre otros. Los aspectos a considerar fueron: a) el conocimiento científico es tentativo (sujeto a cambio), b) empíricamente sustentado (basado sobre y/o derivado de observaciones del mundo natural); c) subjetivo (cargado de teoría); d) necesariamente involucra la inferencia, la imaginación y la creatividad humana (involucra la invención de explicaciones); e) necesariamente involucra una combinación de observaciones e inferencias; y f) es social y culturalmente aplicado. La investigación involucró una evaluación concienzuda a lo largo del año de las prácticas del salón de clase, entrevistas semiestructuradas y un cuestionario.

El análisis de las entrevistas y cuestionarios indicaron que cada maestro exhibió opiniones consistentes sobre la naturaleza de la ciencia, y se detectó que no existe una relación directa o simple entre las concepciones de los maestros y las de los alumnos; en vez de eso tal relación es contingente a la atención explícita del maestro hacia sus opiniones sobre la naturaleza de la ciencia durante la instrucción. De hecho, los cinco maestros con los que se trabajó poseían opiniones consistentes con las defendidas por las reformas educativas, pero diferían ampliamente en términos de experiencia y contextos educativos. Este resultado del estudio es congruente con lo que (Abd-El-Khalick, Lederman, Brickhouse y Zeidler, Abd-El-Khalick y Lederman 1998; Brickhouse, 1990; Lederman 1992; Lederman y Zeidler, 1987), han reportado sobre que las concepciones de los maestros no necesariamente influyen en la práctica en el aula.

Lederman sugiere que el que se provea a los estudiantes de experiencias en investigación científica es ciertamente un comienzo, pero ellos necesitan también que la naturaleza de la ciencia se explicita a través de discusiones y reflexiones sobre la naturaleza de la investigación.

Estudios realizados con investigadores

En este rubro es importante señalar que sobre la población de investigadores hay muy pocos estudios reportados. Encontramos el de Kimball (1968), estudio pionero que realiza con maestros e investigadores; y el de Rampal (1992), en el cual la participación de los científicos consiste en la validación del instrumento a ser aplicado a los maestros para evaluar la imagen y percepción que tienen de los científicos.

La investigación que reporta Kimball (1968) es un estudio comparativo entre dos poblaciones: la de maestros de ciencias y la de los científicos. Se tiene como punto de partida la inferencia de que los maestros no están enseñando la

naturaleza de la ciencia a los alumnos de secundaria. La pregunta de investigación es la siguiente: ¿Qué también entienden los maestros de ciencia y los científicos la naturaleza de la ciencia, y cómo se define por los filósofos de la ciencia?

Se exploró la comprensión de la naturaleza de la ciencia y para ello se construyó la Escala de la Naturaleza de la Ciencia (ENC), instrumento que será utilizado en un gran número de investigaciones.

La población muestra fue de 965 especialistas en ciencia y en filosofía, se recibieron 712 respuestas. Entre los resultados es procedente señalar que en un principio los maestros de ciencia no mostraron una comprensión diferente de la naturaleza de la ciencia a la de los científicos; éstos mostraron un mayor acuerdo con el modelo que los especialistas en metodología de la ciencia. Se destaca, además, el problema de contratar a profesores no especializados para la enseñanza de la ciencia; la no inclusión del estudio de la filosofía de la ciencia en la preparación de los futuros profesores.

Una vez expuestos grosso modo algunos de los planteamientos de estas investigaciones, surgen nuevamente las preguntas, ¿cómo se están llevando a la práctica por los investigadores?, ¿de qué manera los profesores llevan su práctica docente? Al respecto, algunos autores (Pope y Gilbert 1983; Gordon 1984; Gil 1991; Lederman 1992; Hodson 1992; Koulaidis y Ogborn 1995) insisten en la relación con la concepción de ciencia en que los profesores transmiten una imagen deformada del conocimiento y del trabajo científico, que poco tiene que ver con las aportaciones recientes de la epistemología de la ciencia, ya que lo que se hace en el aula igual tiene poco que ver con concepciones sobre la ciencia epistemológicamente correctas, aunque reconocen que ello no es exclusivo del ámbito escolar, sino que incluso en el trabajo de los investigadores se continúa transmitiendo una concepción epistemológica lejana a las actuales concepciones de la nueva filosofía (Kimball 1967-68).

Encontramos también que Brickhouse (1990:58) concluye que los cambios en el entendimiento teórico de los estudiantes o de los científicos son sustancialmente de la forma en que se interpreta la evidencia, ya que la concepción o el entendimiento de la naturaleza de la ciencia como una construcción socialmente válida tiene implicaciones para la educación científica. Lo que hemos encontrado es que los investigadores han participado en la validación de instrumentos y en que los demás sujetos de la educación señalen cuál es la imagen o concepción que de ellos se tiene.

Esta ausencia detectada nos permite proponer que se realicen más estudios con los investigadores y científicos, ya que consideramos que tienen una participación muy importante en la formación de los futuros profesionales, así como en sus concepciones.

El análisis del material nos lleva a reconocer que la naturaleza de la ciencia es un tema atractivo, complejo y problemático, que suscita gran interés; que conjunta un número importante de investigaciones con diferentes vertientes, ya sea a través de sujetos, niveles educativos, prácticas o, bien, enfoques teóricos. Podríamos señalar que en las tres últimas décadas el trabajo o la investigación en torno a la educación científica o enseñanza de la ciencia ha vivido un auge creciente, en el cual los estudios se abordan desde concepciones previas, preconcepciones, el constructivismo, el cognoscitivismo, hasta abordar aspectos epistemológicos que nos conducen a una gama de opciones para dar respuesta a esta problemática.

De la revisión realizada en las cinco grandes áreas hemos encontrado que no se cuenta con estudios que reporten la situación de los investigadores; esto es, ¿cómo conciben la ciencia?, ¿cómo se guían en el proceso de investigación del descubrimiento de conocimientos?, ¿cómo están validando los conocimientos?, ¿cómo se conforma la tradición, innovación y renovación en la ciencia? y ¿cómo enseñan la ciencia?

Este breve recuento de las investigaciones realizadas en el nivel internacional, en torno a las concepciones, nociones e imágenes de la ciencia que tienen principalmente los maestros o estudiantes en prefunciones da cuenta del creciente interés en este tipo de investigaciones; sin embargo en la mayoría de éstas el gran ausente continua siendo el investigador, mismo que tiene un papel muy activo en la enseñanza y en la producción de la ciencia.

Estos resultados nos llevan a confirmar la imperiosa necesidad de realizar investigaciones con este sector de la población académica, los investigadores.

Esta revisión de los reportes de investigación nos ha permitido presentar las orientaciones de los estudios realizados en el ámbito de la educación de la ciencia, sus alcances y limitaciones. Y como lo habíamos anticipado los estudios con investigadores son los menos, realidad que nos impulsa a promover las investigaciones con esta población académica bajo la premisa de que en la medida en que los investigadores expliciten sus concepciones de ciencia, su trabajo y docencia pueden ser enriquecidos. Entre las metodologías e instrumentos de investigación podemos encontrar: observaciones de campo de los salones de clase y de los maestros, evaluación cuantitativa y técnicas cualitativas que involucran entrevistas estructuradas e informales, y que han llegado a una diversidad de resultados que nos permiten detectar cuáles son los vacíos en este campo del conocimiento.

Impulsados y motivados por los resultados encontrados en la investigación documental, y de campo realizada en el ámbito de la educación de la ciencia, que hemos efectuado en diferentes momentos, llegamos a proponer la investigación sobre el desarrollo y las concepciones de ciencia de la UNAM y, posteriormente, a llevarla a cabo.

A continuación presentamos el Diseño Metodológico de la Investigación, posteriormente el análisis de los resultados obtenidos (véase capítulos 3 y 4), y en este mismo capítulo, a manera de síntesis, ofrecemos un Cuadro de las investigaciones revisadas.

CUADRO RESUMEN DE LAS INVESTIGACIONES REVISADAS

TEMA	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	HALLAZGOS	AUTORES
Estudios revisiones teóricas	<p>¿Qué saben los científicos?</p> <p>¿Cómo saben los científicos?</p> <p>¿Qué hacen los científicos?</p>	<p>Conformación del campo de la educación de la ciencia.</p> <p>Los maestros no están conscientes de la construcción social y cultural que es la ciencia.</p>	<p>Dewey (1916) y Westaway Schwab (1940) Klopfer y Robinson (1968, 1969); Holton (1973) y Martin (1972, 1974) Dusch, (1985,1988) Hodson, (1986) Lederman, (1992,1983) Solomon (1989,1991), Matthews (1994, 1998), Driver (1986)</p>
Investigaciones con estudiantes	<p>¿Qué imagen tienen los estudiantes de la ciencia?</p> <p>¿Cómo entienden los estudiantes la naturaleza de la ciencia?</p> <p>¿Cuáles son las creencias epistemológicas?</p>	<p>El papel que juega el conocimiento de los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia en su aprendizaje cotidiano no ha sido comprendido.</p> <p>El saber que existen dos tipos de conocimientos, el lejano y el cercano, ambos auxilian al estudiante ha desarrollar filosofías personales.</p>	<p>Meichtry (1992) Meyling (1997) Hogan (2000) Solomon (1992) Griffiths y Barry (1993)</p>
Estudiantes, maestros en prefunciones	<p>¿Cuál es su concepto de naturaleza de la ciencia? La concepción de la ciencia de los candidatos está vinculada a cómo enseñan.</p> <p>¿Cuál es su concepción de ciencia?</p>	<p>Sus ideas trazan y desarrollan representaciones sociales sobre la naturaleza con un énfasis en las prácticas de campo.</p> <p>Poseen una concepción ingenua de la ciencia, como un conocimiento consistente de una recolección de observaciones y explicaciones de cómo y por qué funcionan ciertos fenómenos.</p>	<p>Klopfer y Cooley, (1961); Russell y Carey, (1968); Aguirre (1990); Lederman (1992); Hammarich (1997); Ryder y Driver (1999)</p>

Estudios con maestros	¿Qué consideraciones dan los maestros a la naturaleza de la ciencia y al papel de las teorías? ¿Las opiniones de los maestros en cuanto al método científico, la demarcación de la ciencia la naturaleza del cambio científico y el estatus del conocimiento?	Los maestros enseñan en función de los objetivos. Se encontró una serie de limitaciones institucionales para la toma de decisiones de los maestros. Se encontró un gran eclecticismo en algunos temas. Los maestros tienen opiniones identificables acerca de la base filosófica y epistemológica de la ciencia.	Kimball(1967); Dusch (1989); Kouladis y Ogborn (1989); Zeider y Lederman (1989); Munby (1976); Lederman y O' Malley (1990); Brickhouse (1992) Rampal (1992)
Estudios con investigadores	¿Qué tan bien entienden los científicos la naturaleza de la ciencia? Los filósofos de la ciencia ¿entienden de manera diferente la ciencia a los científicos?	Los especialistas en ciencia mostraron un mayor acuerdo significativo con el modelo de los especialistas.	Kimball (1968); Rampal(1992)

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 3

DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo presentamos el proceso metodológico que se siguió para el desarrollo de la investigación en lo que corresponde al trabajo de campo, el cual se sustenta en la revisión teórica que ya hemos visto.

3.1 Estrategia metodológica

La estrategia metodológica de índole cualitativa que se realizó está basada en dimensiones, ejes, contextos y categorías de análisis, producto del sustento teórico reportado en los primeros capítulos del presente trabajo.

La propuesta metodológica consistió primero en seleccionar la población de estudio. Se consideró a los investigadores, por ser ellos los actores principales de la función de investigación; son los que están al tanto de este ámbito, de sus avances y progresos; están actualizados y poseen el conocimiento de lo que sucede en su área de especialidad. Además, cuentan con el apoyo y condiciones de desarrollo por parte de la dependencia de adscripción y de la UNAM. Constituyen la población con mayor reconocimiento y marcan la pauta en el terreno de lo científico en nuestro país.

La metodología aplicada incluye en un primer momento, el análisis de varias dimensiones:

1. conocimiento de la estructura institucional;
2. concepciones de ciencia;
3. enseñanza de la ciencia;

La primera se refiere al conocimiento de la estructura institucional, la forma en la que se institucionaliza la ciencia y la participación que ésta tiene en la conformación de la comunidad científica de nuestro país. La segunda dimensión

corresponde a las concepciones de ciencia, mismas que analizamos a través de cinco grandes enfoques de la filosofía de la ciencia; y la tercera a la enseñanza de la ciencia, específicamente la formación de discípulos.

En un segundo momento seleccionamos los siguientes ejes:

- Concepciones de ciencia: origen, desarrollo.
- Enseñanza de la ciencia: formación de cuadros.
- Imágenes de ciencia que se enseñan y difunden en la UNAM.

En el primer eje (concepciones de ciencia: origen, desarrollo), queremos indagar qué concepciones de ciencia existían cuando nació Ciudad Universitaria, y cómo se han desarrollado a lo largo de los años; si continúan las mismas, si han cambiado o, bien, si coexisten varias concepciones en el mismo espacio académico.

El segundo eje, el de la enseñanza de la ciencia, se propuso para analizar la formación de cuadros de nuevos científicos, mismos que aprenden bajo ciertas concepciones de ciencia que posteriormente pueden llegar a reproducir.

Las imágenes de ciencia que la Universidad proyecta, de manera explícita o implícita, a través de las diferentes actividades (difusión de la ciencia, polos de desarrollo, intercambios académicos entre otros), es el tercer eje que guía la investigación, ya que en cada una de las acciones que se llevan a cabo se proyecta una cierta imagen de ciencia.

Una vez que se propusieron las dimensiones y ejes generales, se sugirieron tres contextos de análisis que se enuncian a continuación, con el número de categorías que incluye cada uno.

1. Contexto de Descubrimiento, seis categorías.
2. Contexto de justificación, cinco categorías.

3. Contexto Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia, siete categorías.

El análisis de las categorías se realizaría a través de cinco grandes enfoques:

- ❖ Empirismo inductivo
- ❖ Positivismo lógico
- ❖ Racionalismo
- ❖ Racionalismo crítico
- ❖ Contextualismo relativista

Con el fin de identificar las diferentes concepciones de ciencia con las que se desempeñan los investigadores.

3.2 Selección de estrategia metodológica, diseño de Instrumento

La elección de instrumentos para desarrollar una investigación es de gran importancia; más aún si consideramos que existe una gran variedad de opciones entre las cuales encontramos: cuestionarios, entrevistas, observaciones y evaluaciones de planes de estudio, análisis de documentos, de procesos que se presentan en el aula; cada uno de ellos tiene sus características tanto de construcción como de validación y de utilización, así como sus propios problemas.

Al seleccionar como tema de investigación las concepciones de ciencia de los investigadores, se consideró que estudiarlas a través de entrevistas era una manera de aproximarnos al conocimiento de la realidad, lo cual nos permitiría conocer diferentes modos de explicar, entender e interpretar la ciencia.

A través del análisis de las respuestas de los investigadores llegamos a encontrar sus concepciones de ciencia e incluso el cómo se crean modelos teóricos y prácticos para solucionar problemas de la sociedad. La ciencia, por lo tanto, involucra una definición de su objeto y la relación entre el observador y lo observado, así como criterios de validación aportados por la comunidad científica.

Para dar respuesta a las preguntas de investigación requerimos que nuestra investigación teórica diera lugar a la identificación de las concepciones epistemológicas de los sujetos, las cuales se expresan en las diferentes corrientes y enfoques de la filosofía de la ciencia. Para ello nos basamos en el análisis teórico reportado en el segundo capítulo y nos auxiliamos en el cuadro de Categorías de Concepciones Epistemológicas (cuadro 1), el cual incluye las categorías, contextos y enfoques que constituyen a su vez un cuadro de análisis. Es producto de la revisión que realizamos en el Seminario de Fundamentos Filosóficos de la Educación de la Ciencia, llevado a cabo en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de 2001 a 2002.¹ Es pertinente señalar que los autores son referentes aproximados a estos enfoques, dada la amplitud de las categorías.

Por la naturaleza de la investigación, pensamos que la mejor estrategia para el trabajo de campo era la entrevista, por considerar que es más enriquecedora y aporta mucho más datos. Además, para este tipo de estudios las entrevistas tienen un margen menor de error que los cuestionarios. La importancia de las entrevistas la sustentamos en la riqueza de información que el sujeto proporciona al expresar sus respuestas.

Esta estrategia cualitativa nos permitiría abordar un sistema de categorías más preciso y completo para identificar y clasificar las posturas epistemológicas de los investigadores (véase cuadro 1).

¹ Este cuadro es producto del análisis, discusión y síntesis desarrollado por María Eugenia Alvarado, Norma Ulloa, Xóchitl Bonilla, Diana Rodríguez, José Ramírez, bajo la asesoría de los doctores Fernando Flores y Ángel López.

Cuadro 1

Categorías de concepciones epistemológicas

I. CONTEXTO DE DESCUBRIMIENTO	EMPÍRICO- INDUCTIVO	POSITIVISMO LÓGICO	RACIONALISMO	RACIONALISMO CRÍTICO	CONTEXTUALISMO RELATIVISTA
Representantes	Locke, Hume, Berkeley, Mills, Hershel, Whewell John Stuart Mill	Carnap, Campell, Duhem, Mach, Wittgenstein, Russell, Schilck y Ayer	Leibniz, Descartes y Kant	Popper, Lakatos	Feyerabend, Toulmin, Kuhn, Laudan* y Bachelard *Es contextualista, pero no relativista.
I.1 LA OBSERVACIÓN	Es la fuente del conocimiento.	La ciencia comienza con observaciones de hechos aislados.	Depende de los <i>a priori</i> del sujeto cognoscente.	Proporciona la base firme, los datos absolutamente estables, contra los cuales se ponen a prueba las teorías.	Está determinada por los intereses teóricos del investigador y depende del paradigma en el que se encuentre inmerso.
I.2 Papel del científico	Observar, asociar, describir y explicar imparcialmente los hechos de la experiencia sensible.	Observar y construir explicaciones lógico- matemáticas que den cuenta de los fenómenos.	Cuenta con elementos <i>a priori</i> que le permiten interpretar sus experiencias para elaborar teorías y comprobarlas.	Elaborar teorías y someterlas a tests empíricos con el propósito de falsearlas.	Comprender la naturaleza mediante la resolución de problemas en términos de alguna estructura teórica, por lo que no hay percepciones puras y neutras.
I.3 ORIGEN DEL CONOCIMIENTO	Experiencia sensible.	Observaciones como producto de la experiencia y organizadas a través de la lógica matemática.	La razón es el origen (ideas <i>a priori</i>) y punto de llegada.	Razón como generadora de elementos conceptuales, que permite el planteamiento de conjeturas y refutaciones.	Las teorías científicas se construyen y desarrollan dentro de marcos generales de investigación que están conformadas por una serie de presupuestos.

I.4 RELACIÓN SUJETO –OBJETO	El objeto influye en el sujeto.	El objeto determina las construcciones lógico-matemáticas del sujeto.	El sujeto influye en la interpretación de los fenómenos y en la organización de sus interpretaciones.	El sujeto influye en el objeto de conocimiento; los significados, las interpretaciones y el establecimiento de hipótesis dependen de las construcciones conceptuales.	Interacción dialéctica: sujeto- objeto.
I.5 PROCESO METODOLÓGICO PARA LA GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO	Inductivo. Una lista de enunciados observacionales nos lleva a enunciados universales mediante el proceso de inducción.	Inductivo-Deductivo. Método único, universal y ahistórico: 'método científico'.	Hipotético-Deductivo	Hipotético-Deductivo, basado en conjeturas y refutaciones.	No es normativo, ortodoxo ni prescriptivo, sino que sigue los criterios lógicos internos de cada contexto o paradigma.
I.6 PAPEL DEL EXPERIMENTO	Descubrir el conocimiento mediante la réplica de los fenómenos.	Actividad que va a generar o ser fuente de hechos observables y de nuevas hipótesis.	Forma parte de la construcción racional del conocimiento.	Réplica controlada de los hechos con el fin de interpretarlos mediante conceptos y teorías <i>a priori</i> .	Varía de acuerdo con el programa, paradigma o marco teórico utilizado.

II. CONTEXTO DE JUSTIFICACIÓN	EMPÍRICO-INDUCTIVO	POSITIVISMO LÓGICO	RACIONALISMO	RACIONALISMO O CRÍTICO	CONTEXTUALISMO RELATIVISTA
II.1 LA OBSERVACIÓN	Sirve para la comprobación empírica.	Verificar la correspondencia entre los enunciados lógico-matemáticos con los hechos.	Interviene en la confirmación del conocimiento.	Se utiliza en el momento de la falsación o corroboración de las teorías.	La observación sirve para apreciar la coherencia entre las representaciones que el sujeto tiene y su relación con los fenómenos de la realidad observada.
II.2 PAPEL DEL EXPERIMENTO	Comprobar las hipótesis que parten de la observación.	Verificación mediante la correspondencia entre el lenguaje observacional y los datos experimentales en los que se registran las mediciones.	Verificación: Comprobar las hipótesis que parten de las teorías.	Es crucial para corroborar o falsear las teorías.	Forma parte del proceso de validación de acuerdo a cada contexto.
II.3 VALIDACIÓN	Correspondencia entre los enunciados de cuestiones de hecho con el mundo de la experiencia. Empírica- inductiva	Se validan los conocimientos que cubran las exigencias del pensamiento lógico.	Se da a través de la coherencia interna de las construcciones mentales.	Es temporal y se da a través de la refutación de una teoría o hipótesis.	Se da por la resolución de problemas de acuerdo a los criterios establecidos por cada una de las comunidades científicas.
II.4 CORRESPONDENCIA CON LA REALIDAD	Realismo. Las proposiciones, los enunciados, leyes y teorías tienen una existencia objetiva y son una copia fiel de la realidad.	El sistema de conceptos se identifica con los hechos. La realidad existe independientemente de los sujetos.	La realidad responde a las normas de la razón.	Las teorías son acercamientos progresivos a la realidad.	El conocimiento se encuentra histórica y contextualmente determinado por la diversidad de medios culturales.
II.5 GRADO DE CERTIDUMBRE (POSIBILIDAD DE VERDAD)	Los enunciados observacionales son seguros y fiables. Existe una verdad absoluta, objetiva y ahistórica.	Existe una verdad absoluta, objetiva, universal y ahistórica.	Existe una verdad absoluta, subjetiva, universal y ahistórica.	Las teorías se pueden establecer como verosímiles o cercanas a la verdad. Es universal y ahistórica.	Existen verdades relativas y contextualizadas. Los requisitos que debe cumplir una teoría o cuerpo teórico son: que sea entendible, útil y fructífera, que contenga elementos de validación y formalización.

III. NATURALEZA, ESTRUCTURA, PROGRESO Y FINALIDAD DE LA CIENCIA	EMPÍRICO-INDUCTIVO	POSITIVISMO	RACIONALISMO	RACIONALISMO CRÍTICO	CONTEXTUALISMO RELATIVISTA
III.1 CONCEPCIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO	Es el resultado de un proceso de inducción que se aplica a una colección de hechos particulares.	El conocimiento es la organización racional de las ideas y contiene juicios <i>a priori</i> y conceptos adquiridos por la experiencia de un sistema de proposiciones lógico-matemáticas.	Es la organización racional de las ideas y contiene juicios <i>a priori</i> y conceptos adquiridos por la experiencia.	Todo saber tiene un carácter provisional, constructivo y universal.	Conjunto de construcciones que intenta dar cuenta de la realidad de acuerdo al contexto.
III.2 CONCEPCIÓN DE CIENCIA	Un conjunto de enunciados universales.	Conjunto de teorías con una organización racional y demostrables empíricamente.	Un conjunto de proposiciones racionales de carácter predictivo y objetivo.	Un conjunto de hipótesis o programas de investigación, que se proponen a manera de ensayo (acierto y error), con la finalidad de describir o explicar el comportamiento de algún aspecto del Universo.	Organización sistemática del conocimiento, mediante principios regulativos que permiten ordenar leyes y teorías; que parte de compromisos y presupuestos, los cuales comparten la comunidad de especialistas.
III.3 FINALIDAD	Describir y explicar la realidad.	Explicar los fenómenos de la naturaleza a partir de teorías acabas, lógicamente consistentes.	Organización sistemática de los conocimientos mediante la elaboración de teorías como totalidades estructurales.	A partir de conjeturas y refutaciones, buscar un mayor nivel de aproximación a la realidad.	Desarrollar paradigmas, programas de investigación, teorías, modelos, etc. En un intento por explicar algunos aspectos de la realidad.

III.4 NIVELES DE ORGANIZACIÓN	Experiencias, enunciados observacionales, enunciados generales, leyes experimentales y teorías universales. Para las derivaciones y predicciones se utiliza la deducción.	Existe una estructura que agrupa leyes experimentales, un sistema axiomático y reglas de correspondencia en teorías universales.	Axiomas, leyes teóricas y teorías universales.	Principios, hipótesis, teorías y programas de investigación.	Conceptos, teorías, programas de investigación, tradiciones científicas, teorías globales y modelos de desarrollo para enfrentar los cambios más profundos y a largo plazo en el nivel de los compromisos básicos.
III.5 DESARROLLO DE LA CIENCIA	Es continuo y por acumulación.	Por incorporación o reducción a manera de caja china.	Es continuo y por acumulación.	La ciencia progresa gracias al ensayo (acierto y error), conjeturas y refutaciones, y a la heurística positiva o negativa.	Se da por revoluciones o por evolución (camino en espiral) de manera discontinua.
III.6 CRITERIO DE DEMARCACIÓN	Solamente se acepta como ciencia, aquel conocimiento que se genere mediante un proceso empírico inductivo.	Lo que no tenga carácter lógico-matemático no es ciencia. Niega la relación entre la ciencia y la metafísica.	No existe una demarcación entre la ciencia y la metafísica.	Sólo son científicas las teorías o programas de investigación que pueden ser valorados en términos del criterio universal (la lógica deductiva del método crítico) y sobrevivan a la prueba experimental.	Los criterios de demarcación los establece cada comunidad científica mediante su marco teórico y sus compromisos.
III.7 EL PAPEL DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA	Validar el conocimiento científico.	Verificar las leyes, teorías y modelos.	Validar la organización sistemática de las representaciones de la realidad.	Interpretar, deducir y corroborar o falsear los conocimientos.	Consenso como producto de la discusión y el análisis bajo criterios establecidos por cada comunidad epistémica.

3.3 Elaboración del instrumento

En la construcción de la guía de entrevista consideramos necesario e importante incluir las dimensiones, ejes, enfoques de la investigación, así como las categorías de análisis presentadas en el cuadro 1 y las que surgieron de la revisión documental y del Estado del Conocimiento que se presenta en el tercer capítulo de este trabajo. El desglose de categorías es presentado en el Anexo.

3.4 Validación del Instrumento

Una parte importante es el rigor metodológico de la investigación, por ello se consideró necesario y se decidió realizar una doble prueba piloto para la validación del instrumento, así como grabar y transcribir textualmente las entrevistas, ya que pensamos que el no grabarlas dificultaría la evaluación adecuada y la validez de la entrevista; es decir, evitaría la posibilidad de réplica con los entrevistados y podría llegar, incluso, a poner en tela de juicio la validez de la investigación.

Para la validación del instrumento se realizaron dos pruebas piloto con diferentes investigadores de las dos coordinaciones. En el primer pilotaje se trabajó con siete investigadores. La segunda prueba piloto se llevó a cabo con cuatro, dos adscritos a la Coordinación de la Investigación Científica y dos a la Coordinación de Humanidades, aplicando un total de 11 entrevistas para el pilotaje de la guía de entrevista. Una vez concluidas se transcribieron; se realizó el cruce de las preguntas de la primera versión de la guía de entrevista con el cuadro 1 de categorías de concepciones epistemológicas; se efectuó un análisis de los datos obtenidos, el cual es básico para el procesamiento de los mismos, y se llevó a cabo un vaciado en dicho cuadro.

Como producto de la revisión teórica encontramos en los siguientes autores Palmquist (1967), Tsai (1998) y Pomeroy, (1993) algunos lineamientos para afinar la guía de entrevista, así como aportes para el desarrollo de la metodología, el manejo y presentación de resultados.

Producto de los dos pilotajes, el análisis de datos y la revisión de los artículos, se realizaron los cambios necesarios y se afinó la guía de entrevistas con el propósito de abordar todas las categorías previamente elaboradas en relación con las concepciones y la enseñanza de la ciencia.

Se obtuvo la guía definitiva integrada por 24 preguntas, la cual se presenta a continuación:

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CENTRO DE INVESTIGACIONES
INTERDISCIPLINARIAS
EN CIENCIAS Y HUMANIDADES
CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO
TECNOLÓGICO
DESARROLLO Y CONCEPCIONES
DE CIENCIA EN LA UNAM**

GUÍA DE ENTREVISTA

Presentación

Los tiempos de cambio que vivimos en nuestro país invitan a realizar una investigación en la que se busque, a través de explorar en su historia y en su desarrollo, explicaciones para la situación actual de la Universidad, lo cual nos lleve a encontrar las posibles concepciones de ciencia que subyacen en la investigación científica que se realiza en la UNAM.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- ❖ Determinar a través de las concepciones de los investigadores su percepción de lo que es la ciencia, su enseñanza y sus repercusiones.

- ❖ Detectar con qué concepción de ciencia inicia la institucionalización de la ciencia, cómo se ha modificado y cuál es la concepción actual.

Con el propósito de dar respuesta a los objetivos planteados, nos dirigimos a usted para realizar una entrevista, en la cual abundaremos en los temas enunciados:

DESARROLLO Y CONCEPCIONES DE CIENCIA EN LA UNAM

GUÍA DE ENTREVISTA

1. ¿De que manera se dio su formación científica dentro de la UNAM? (En su licenciatura, en el posgrado, en su Centro de trabajo).
2. ¿Cuál considera que es el origen o, bien, el principio del conocimiento científico?
3. ¿En qué se sustenta el conocimiento científico?
4. ¿Cuáles son las principales características del conocimiento científico? ¿En qué se diferencia de otro tipo de conocimiento?
5. ¿Considera que existe una desvinculación entre la ciencia y la educación? ¿Por qué considera que se ha dado? En caso contrario, ¿cómo se da esa vinculación?
6. ¿Cree usted que las imágenes de ciencia de los profesores, investigadores influyen en el alumno? ¿De qué manera?
7. ¿Qué aspectos o pasos involucra el proceso mediante el cual se obtiene conocimiento científico?
8. Después de que los científicos desarrollan una teoría, ¿la teoría cambia?
¿Por qué, cuándo, cómo? ¿Por qué no cambia?

9. ¿Cómo concibe la idea de progreso científico?
10. ¿Considera usted que existe una desvinculación de la ciencia con su epistemología? ¿A qué se debe esa desvinculación?
11. ¿Cuáles considera que son las concepciones (ideas) de ciencia que predominan en la actualidad en el área científica de su especialidad?
12. ¿Cuál es el contexto histórico en el que surge la ciencia en la UNAM, ¿a qué necesidades respondió? ¿Cree que esas necesidades fueron cubiertas?
13. ¿Qué relación guarda la institucionalización de la ciencia (el origen y desarrollo de la ciencia, la tradición científica, las líneas de investigación, la formación de científicos) con las concepciones de ciencia que existen en la UNAM?
14. ¿Cuáles considera que son las condiciones actuales (políticas científicas, financiamiento, programas de actualización científica) que posibilitan el desarrollo de la ciencia en la UNAM?
15. Desde su punto de vista, ¿cuáles considera que han sido los principales criterios que han guiado la investigación científica en el campo en que usted se desarrolla?
16. ¿Qué tradición científica o concepción de ciencia identifica que haya influido en su formación científica.
17. ¿Considera que las concepciones de ciencia que usted posee son compartidas por otros investigadores con los que usted trabaja?

18. ¿Qué programas de enseñanza de la ciencia conoce que existen en la UNAM? (posgrados, diplomados, programas de difusión, de actualización de docentes, planteamiento de estándares).

19. ¿Considera que las concepciones de ciencia han influido en la vinculación o en una desvinculación de la investigación con la enseñanza de la ciencia?

20. ¿Qué relación guarda la institucionalización de la ciencia (el origen y desarrollo de la ciencia, la tradición científica, las líneas de investigación, la formación de científicos) con la enseñanza?

21. ¿Qué se ha hecho en el ámbito (UNAM, facultad o centro de trabajo) en el que se desenvuelve para mejorar la enseñanza de la ciencia?

22. ¿Conoce algunos problemas conceptuales que se presentan en el aula que impidan u obstaculicen el aprender la ciencia que se enseña?

23. ¿Cómo concibe que deba enseñarse la ciencia?

24. ¿Cómo concibe que se pueda aprender mejor la ciencia?

Una vez que se obtuvo la guía de entrevista se elaboró un cuadro en el cual se presenta la relación de las preguntas con las categorías de concepciones epistemológicas (véase cuadro 2).

Cuadro 2

Cruce de categorías de concepciones epistemológicas
con la guía de entrevista

I. CONTEXTO DE DESCUBRIMIENTO	EMPÍRICO- INDUCTIVO	POSITIVISMO LÓGICO	RACIONALISMO	RACIONALISMO CRÍTICO	CONTEXTUALISMO RELATIVISTA
I.1 LA OBSERVACIÓN Pregunta 2: ¿Cuál considera que es el origen o, bien, el principio del conocimiento científico?	Es la fuente del conocimiento.	La ciencia comienza con observaciones de hechos aislados.	Depende de los <i>a priori</i> del sujeto cognoscente.	Proporciona la base firme, los datos absolutamente estables contra los cuales se ponen a prueba las teorías.	Está determinada por los intereses teóricos del investigador y depende del paradigma en el que se encuentre inmerso.
I.2 PAPEL DEL CIENTÍFICO Pregunta 2: ¿Cuál considera que es el origen o, bien, el principio del conocimiento científico?	Observar, asociar, describir y explicar imparcialmente los hechos de la experiencia sensible.	Observar y construir explicaciones lógico-matemáticas que den cuenta de los fenómenos.	Cuenta con elementos <i>a priori</i> que le permiten interpretar sus experiencias para elaborar teorías y comprobarlas.	Elaborar teorías y someterlas a tests empíricos con el propósito de falsearlas.	Comprender la naturaleza mediante la resolución de problemas en términos de alguna estructura teórica, por lo que no hay percepciones puras y neutras.
I.3 ORIGEN DEL CONOCIMIENTO Pregunta 2: ¿Cuál considera que es el origen o, bien, el principio del conocimiento científico? Pregunta 3: ¿En qué se sustenta el conocimiento científico? Pregunta 4: ¿Cuáles son las principales características del conocimiento científico? ¿En qué se diferencia de otro tipo de conocimiento?	Experiencia sensible.	Observaciones como producto de la experiencia y organizadas a través de la lógica matemática.	La razón es el origen (<i>ideas a priori</i>) y punto de llegada.	Razón como generadora de elementos conceptuales, que permite el planteamiento de conjeturas y refutaciones.	Las teorías científicas se construyen y desarrollan dentro de marcos generales de investigación que están conformadas por una serie de presupuestos.

<p>I.4 RELACIÓN SUJETO-OBJETO</p> <p>Pregunta 2: ¿Cuál considera qué es el origen o bien el principio del conocimiento científico?</p>	<p>El objeto influye en el sujeto.</p>	<p>El objeto determina las construcciones lógico-matemáticas del sujeto.</p>	<p>El sujeto influye en la interpretación de los fenómenos y en la organización de sus interpretaciones.</p>	<p>El sujeto influye en el objeto de conocimiento, los significados, las interpretaciones y el establecimiento de hipótesis dependen de las construcciones conceptuales.</p>	<p>Interacción dialéctica: sujeto-objeto.</p>
<p>I.5 PROCESO METODOLÓGICO PARA LA GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO</p> <p>Pregunta 1: ¿De qué manera se dio su formación científica dentro de la UNAM?</p> <p>Pregunta 5: ¿Considera que existe una desvinculación entre la ciencia y la educación? ¿Por qué considera que se ha dado? En caso contrario, ¿cómo se da esa vinculación?</p> <p>Pregunta 6: ¿Cree usted que las imágenes de ciencia de los profesores, investigadores, influyen en el alumno, ¿de qué manera?</p>	<p>Inductivo. Una lista de enunciados observacionales nos lleva a enunciados universales mediante el proceso de inducción</p>	<p>Inductivo-Deductivo. Método único, universal y ahistórico: 'método científico'.</p>	<p>Hipotético- Deductivo</p>	<p>Hipotético-Deductivo, basado en conjeturas y refutaciones.</p>	<p>No es normativo, ortodoxo, ni prescriptivo, sino que sigue los criterios lógicos internos de cada contexto o paradigma.</p>
<p>I.6 PAPEL DEL EXPERIMENTO</p>	<p>Descubrir el conocimiento mediante la réplica de los fenómenos</p>	<p>Actividad que va a generar o ser fuente de hechos observables y de nuevas hipótesis.</p>	<p>Forma parte de la construcción racional del conocimiento.</p>	<p>Réplica controlada de los hechos con el fin de interpretarlos mediante conceptos y teorías <i>a priori</i></p>	<p>Varía de acuerdo con el programa, paradigma o marco teórico utilizado.</p>

II. CONTEXTO DE JUSTIFICACIÓN	EMPÍRICO-INDUCTIVO	POSITIVISMO LÓGICO	RACIONALISMO	RACIONALISMO CRÍTICO	CONTEXTUALISMO RELATIVISTA
II.1 LA OBSERVACIÓN Pregunta 7: ¿Qué aspectos o pasos involucra el proceso de descubrimiento científico?	Sirve para la comprobación empírica.	Verificar la correspondencia entre los enunciados lógico-matemáticos con los hechos.	Interviene en la confirmación del conocimiento.	Se utiliza en el momento de la falsación o corroboración de las teorías.	La observación sirve para apreciar la coherencia entre las representaciones que el sujeto tiene y su relación con los fenómenos de la realidad observada.
II.2 PAPEL DEL EXPERIMENTO Pregunta 7: ¿Qué aspectos o pasos involucra el proceso de descubrimiento científico?	Comprobar las hipótesis que parten de la observación.	Verificación mediante la correspondencia entre el lenguaje observacional y los datos experimentales en los que se registran las mediciones.	Verificación: Comprobar las hipótesis que parten de las teorías.	Es crucial para corroborar o falsear las teorías.	Forma parte del proceso de validación de acuerdo a cada contexto.
II.3 VALIDACIÓN Pregunta 8: Después de que los científicos desarrollan una teoría, ¿la teoría cambia? ¿por qué, cuándo, cómo? ¿por qué no cambia?	Correspondencia entre los enunciados de cuestiones de hecho con el mundo de la experiencia. Empírica- inductiva.	Se validan los conocimientos que cubran las exigencias del pensamiento lógico.	Se da a través de la coherencia interna de las construcciones mentales.	Es temporal y se da a través de la refutación de una teoría o hipótesis.	Se da por la resolución de problemas de acuerdo a los criterios establecidos por cada una de las comunidades científicas.
II.4 CORRESPONDENCIA CON LA REALIDAD Pregunta 2: ¿Cuál considera que es el origen o bien el principio del conocimiento científico?	Realismo. Las proposiciones, los enunciados, leyes y teorías tienen una existencia objetiva y son una copia fiel de la realidad.	El sistema de conceptos se identifica con los hechos. La realidad existe independientemente de los sujetos.	La realidad responde a las normas de la razón.	Las teorías son acercamientos progresivos a la realidad.	El conocimiento se encuentra histórica y contextualmente determinado por la diversidad de medios culturales.
II.5 GRADO DE CERTIDUMBRE (POSIBILIDAD DE VERDAD) Pregunta 10: ¿Considera usted que existe una desvinculación de la ciencia con su epistemología? ¿A qué se debe esa desvinculación?	Los enunciados observacionales son seguros y fiables. Existe una verdad absoluta, objetiva y ahistórica.	Existe una verdad absoluta, objetiva, universal y ahistórica.	Existe una verdad absoluta, subjetiva, universal y ahistórica.	Las teorías se pueden establecer como verosímiles o cercanas a la verdad. Es universal y ahistórica.	Existen verdades relativas y contextualizadas. Los requisitos que debe cumplir una teoría o cuerpo teórico son: que sea entendible, útil y fructífera; que contenga elementos de validación y formalización.

III. NATURALEZA, ESTRUCTURA, PROGRESO Y FINALIDAD DE LA CIENCIA	EMPÍRICO-INDUCTIVO	POSITIVISMO	RACIONALISMO	RACIONALISMO CRÍTICO	CONSTRUCTIVISMO
<p>III.1 CONCEPCIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Pregunta 3: ¿En qué se sustenta el conocimiento científico?</p>	<p>Es el resultado de un proceso de inducción que se aplica a una colección de hechos particulares.</p>	<p>El conocimiento es la organización racional de las ideas y contiene juicios <i>a priori</i> y conceptos adquiridos por la experiencia de un sistema de proposiciones lógico-matemáticas.</p>	<p>Es la organización racional de las ideas y contiene juicios <i>a priori</i> y conceptos adquiridos por la experiencia.</p>	<p>Todo saber tiene un carácter provisional, constructivo y universal.</p>	<p>Conjunto de construcciones que intenta dar cuenta de la realidad de acuerdo al contexto.</p>
<p>III.2 CONCEPCIÓN DE CIENCIA Pregunta 11: ¿Cuáles considera que son las concepciones (ideas) de ciencia que predominan en la actualidad en el área científica de su especialidad? Pregunta 16: ¿Qué tradición científica o concepción de ciencia identifica que haya influido en su formación</p>	<p>Un conjunto de enunciados universales.</p>	<p>Conjunto de teorías con una organización racional y demostrables empíricamente.</p>	<p>Un conjunto de proposiciones racionales de carácter predictivo y objetivo.</p>	<p>Un conjunto de hipótesis o programas de investigación, que se proponen a manera de ensayo (acierto y error), con el propósito de describir o explicar el comportamiento de algún aspecto del universo.</p>	<p>Organización sistemática del conocimiento, mediante principios regulativos que permiten ordenar leyes y teorías. Que parte de compromisos y presupuestos los cuales comparten la comunidad de especialistas</p>

<p>III.3 FINALIDAD</p> <p>Pregunta 12: ¿Cuál es el contexto histórico en el que surge la ciencia, en la UNAM, a qué necesidades respondió? ¿Cree que esas necesidades fueron cubiertas? (Pregunta 9) ¿Cómo concibe la idea de progreso científico?</p>	<p>Describir y explicar la realidad.</p>	<p>Explicar los fenómenos de la naturaleza a partir de teorías acabas, lógicamente consistentes.</p>	<p>Organización sistemática de los conocimientos mediante la elaboración de teorías como totalidades estructurales.</p>	<p>A partir de conjeturas y refutaciones, buscar un mayor nivel de aproximación a la realidad.</p>	<p>Desarrollar paradigmas, programas de investigación, teorías, modelos, etc., en un intento por explicar algunos aspectos de la realidad.</p>
<p>III.4 NIVELES DE ORGANIZACIÓN</p> <p>Pregunta 13: Qué relación guarda, la institucionalización de la ciencia, (el origen y desarrollo de la ciencia, la tradición científica, las líneas de investigación, la formación de científicos) con las concepciones de ciencia que existen en la UNAM?</p>	<p>Experiencias, enunciados observacionales, enunciados generales, leyes experimentales y teorías universales. Para las derivaciones y predicciones se utiliza la deducción.</p>	<p>Existe una estructura que agrupa leyes experimentales, un sistema axiomático y reglas de correspondencia en teorías universales.</p>	<p>Axiomas, leyes teóricas y teorías universales.</p>	<p>Principios, hipótesis, teorías y programas de investigación.</p>	<p>Conceptos, teorías, programas de investigación, tradiciones científicas, teorías globales y modelos de desarrollo para enfrentar los cambios más profundos y a largo plazo en el nivel de los compromisos básicos.</p>
<p>III.5 DESARROLLO DE LA CIENCIA Pregunta 9: ¿Cómo concibe la idea de progreso científico?</p> <p>Pregunta 14: ¿Cuáles considera que son las condiciones actuales que posibilitan el desarrollo de la ciencia?</p>	<p>Es continuo y por acumulación.</p>	<p>Por incorporación o reducción a manera de caja china.</p>	<p>Es continuo y por acumulación.</p>	<p>La ciencia progresa gracias al ensayo (acierto y error), conjeturas y refutaciones, y a la heurística positiva o negativa.</p>	<p>Se da por revoluciones o por evolución (camino en espiral) de manera discontinua.</p>

<p>III.6 CRITERIO DE DEMARCACIÓN Pregunta 15: ¿Cuáles considera que han sido los principales criterios que han guiado la investigación científica, en el campo en el que usted se desarrolla?</p>	<p>Solamente se acepta como ciencia, aquel conocimiento que se genere mediante un proceso empírico inductivo.</p>	<p>Lo que no tenga carácter lógico-matemático no es ciencia. Niega la relación entre la ciencia y la metafísica.</p>	<p>No existe una demarcación entre la ciencia y la metafísica.</p>	<p>Sólo son científicas las teorías o programas de investigación que pueden ser valorados en términos del criterio universal (la lógica deductiva del método crítico) y sobrevivan a la prueba experimental.</p>	<p>Los criterios de demarcación los establece cada comunidad científica mediante su marco teórico y sus compromisos.</p>
<p>III.7 EL PAPEL DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA Pregunta 9: ¿Cómo concibe la idea de progreso científico?</p> <p>Pregunta 16: ¿Qué tradición científica o concepción de ciencia identifica que haya influido en su formación científica?</p> <p>Pregunta 17: ¿Considera que las concepciones de ciencia que usted posee son compartidas por los investigadores, con los que usted trabaja?</p>	<p>Validar el conocimiento científico.</p>	<p>Verificar las leyes, teorías y modelos.</p>	<p>Validar la organización sistemática de las representaciones de la realidad.</p>	<p>Interpretar, deducir y corroborar o falsear los conocimientos.</p>	<p>Consenso como producto de la discusión y el análisis bajo criterios establecidos por cada comunidad epistémica.</p>

3.5. Selección de la muestra

La población que se eligió para la investigación está constituida por académicos de la población total de las dependencias objeto de estudio. La selección de la muestra de estudio de los dos subsistemas de investigación es la siguiente:

3.5.1 Coordinación de la Investigación Científica

En primer lugar se elaboraron los directorios de los investigadores consistentes en una lista por orden alfabético de todos los investigadores adscritos a los diferentes Institutos, Centros y Programas; posteriormente se seleccionaron las siguientes dependencias:

Instituto de Astronomía

Instituto de Biología

Instituto de Ciencias Nucleares

Instituto de Ecología

Instituto de Física

Instituto de Matemáticas

Instituto de Química

Centro de Ciencias de la Atmósfera

La muestra fue elaborada con los números aleatorios proporcionados por Excel versión 2000 de acuerdo con un rango. Definido por el número total de investigadores pertenecientes a cada una de las dependencias señaladas, se tomo en cuenta el 5 % de los investigadores de cada Instituto o Centro objeto de estudio. Sólo se consideraron los números enteros de la lista proporcionada por Excel; de éstos solamente se seleccionaron los primeros números que fueron saliendo y completando cada muestra. A continuación presentamos detalladamente cómo se realizó la selección para la muestra (cuadros 3, 4 y 5).

Cuadro 3

Coordinación de la Investigación Científica Número de investigadores por cada instituto con una muestra (n) del 10% y 5%

Instituto	Número de investigadores (N)	10% (n)	5% (n)
Instituto de Biología	62	6	3
Centro de Ciencias de la Atmósfera	20	2	1
Instituto de Astronomía	48	5	2
Instituto de Ciencias Nucleares	32	3	2
Instituto de Ecología	28	3	1
Instituto de Matemáticas	53	5	3
Instituto de Química	69	7	4
Instituto de Física	105	11	5
Total	417	42	21

Cuadro 4

Selección de números aleatorios de acuerdo a cada Instituto de investigación

Instituto	(n)	Rango	Números Aleatorios				
Instituto de Biología	3	1-62	59*	53	19	43	32
Centro de Ciencias de la Atmósfera	1	1-20	1	6	5	16	11
Instituto de Astronomía	2	1-48	37	18	31	26	4
Instituto de Ciencias Nucleares	2	1-32	29	2	9	5	31
Instituto de Ecología	1	1-28	2	25	3	16	1
Instituto de Matemáticas	3	1-53	18	30	8	16	43
Instituto de Química	4	1-69	42	14	43	51	19
Instituto de Física	5	1-105	84	72	95	42	13

* Los números sombreados son los elegidos

Correspondencia de los números seleccionados en el directorio de acuerdo a cada dependencia:

ALEATORIO () * (b)+a	
En donde	"b" = al número mayor del rango
	"a" = al número menor del rango

Se obtuvo una muestra de 21 investigadores para entrevistar de la Coordinación de la Investigación Científica, la cual quedó integrada como a continuación se señala: en la primera columna encontramos el número aleatorio, posteriormente la dependencia universitaria a la que corresponde y, por último, la clave que se asignó a cada investigador, la cual consiste en un número y una letra que nos permitiera identificar a qué dependencia está adscrito, así como a qué investigador corresponde, de manera tal que la confidencialidad fuera viable y garantizada, por ejemplo, 1B es el primer investigador entrevistado de la muestra del Instituto de Biología, el 2Q es el segundo investigador de la muestra del Instituto de Química, y así sucesivamente.

Cuadro 5

Muestra de la Coordinación de la Investigación Científica

Número aleatorio	Dependencia	Clave
19	Instituto de Biología	1B
53	Instituto de Biología	2B
59	Instituto de Biología	3B
1	Centro de Ciencias de la Atmósfera	C A
18	Instituto de Astronomía	1A
37	Instituto de Astronomía	2A
2	Instituto de Ciencias Nucleares	1CN
29	Instituto de Ciencias Nucleares	2CN
2	Instituto de Ecología	B4
8	Instituto de Matemáticas	1M
18	Instituto de Matemáticas	2M
30	Instituto de Matemáticas	3M
14	Instituto de Química	1Q
42	Instituto de Química	2Q
43	Instituto de Química	3Q
51	Instituto de Química	4Q
42	Instituto de Física	1F
72	Instituto de Física	2F
84	Instituto de Física	3F
95	Instituto de Física	4F

3.5.2 Coordinación de Humanidades

En lo que corresponde a la muestra de la Coordinación de Humanidades, en primer lugar, se revisaron todos los informes y planes de trabajo de las dependencias de dicha Coordinación, así como los informes y planes de los investigadores adscritos a los Institutos, Centros y Programas, con el propósito de localizar los diferentes proyectos de investigación que abordan la ciencia desde el ámbito de las ciencias sociales y las humanidades, por considerar que de tal manera se entrevistaba a los investigadores que estarían más vinculados con una concepción más generalizada de ciencia, ya que si lo hacíamos con números aleatorios corríamos el riesgo de que los investigadores se encontrarán en investigaciones alejadas a la temática de interés en el presente trabajo.

A través de las actividades para la selección de la población se obtuvo una muestra de 12 investigadores para ser entrevistados, que laboran en las siguientes dependencias universitarias:

Instituto de Investigaciones Filosóficas

Instituto de Investigaciones Antropológicas

Instituto de Investigaciones Sociales

Centro Coordinador y Difusor de Estudios Latinoamericanos

Centro de Estudios Sobre la Universidad

Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades

A continuación presentamos la muestra (cuadro 6) de la población a ser entrevistada. En la primera columna señalamos la dependencia de adscripción; en este caso, la estrategia que se siguió fue a la inversa de la anterior, es decir primero la letra de la dependencia seguida por el número, por ejemplo F1 corresponde al Instituto de Filosofía con el primer investigador; S2 al Instituto de Investigaciones Sociales, con el segundo investigador, y así sucesivamente.

Cuadro 6

Muestra de la Coordinación de Humanidades

Dependencia	Clave
Instituto de Investigaciones Filosóficas	F1
Instituto de Investigaciones Filosóficas	F2
Instituto de Investigaciones Filosóficas	F3
Instituto de Investigaciones Sociales	S1
Instituto de Investigaciones Sociales	S2
Centro de Estudios Sobre la Universidad	E1
Centro de Estudios Sobre la Universidad	E2
Centro Coordinador y Difusor de Estudios Latinoamericanos	L1
Centro Coordinador y Difusor de Estudios Latinoamericanos	L2
Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades	IN

3.6 Recolección de datos

Para la recolección de datos, el universo a entrevistar estuvo conformado por dos poblaciones, la de los investigadores y la de los académicos que he denominado Testigos Memoriosos (Vázquez, 1973: 12), que son los académicos que han contribuido a la institucionalización de la ciencia con su quehacer cotidiano; son fundadores de las dependencias universitarias, motivo por el cual su testimonio es de gran valía; sabemos que han contribuido con su trabajo a conformar esta Institución Educativa reconocida como la Máxima Casa de Estudios.

Se contactó a cada uno de los investigadores para explicarles el proyecto y realizar la entrevista. La mayoría solicitó que no se manejara su nombre. Las entrevistas se realizaron en los sitios y horarios indicados por los investigadores. En más de una ocasión las citas fueron cambiadas. Se les pidió su autorización

para grabar; únicamente uno no accedió a la grabación y nos entregó un documento en el que fundamentó sus respuestas.

Dos investigadores expresaron su interés por revisar las transcripciones (lo cual se realizó en su momento). En más de tres ocasiones las entrevistas se llevaron a cabo en dos o tres sesiones, debido a que los académicos tenían que atender otras actividades. Igualmente en siete ocasiones los investigadores posponían la cita e incluso no acudieron a la misma.

Se entrevistó a un total de 30 investigadores: 20 de la Coordinación de la Investigación Científica y 10 de la Coordinación de Humanidades. Los investigadores cooperaron y fueron respetuosos hacia el trabajo, e incluso llegaron a expresar su interés en el estudio y por mantenerse informados de los resultados.

Asimismo consideramos conveniente recuperar la categoría de Testigos Memoriosos, lo que se logró en la Coordinación de la Investigación Científica a través de las siguientes dependencias: Instituto de Biología, Instituto de Matemáticas, Instituto de Astronomía, Centro de Ciencias de la Atmósfera. Y en lo que corresponde a la Coordinación de Humanidades: Instituto de Investigaciones Filosóficas y el Centro Coordinador y Difusor de Estudios Latinoamericanos.

En la muestra seleccionada se contó con representantes de todas las esferas de la investigación tales como:

- Investigadores fundadores de centros, institutos, programas.
- Invitados de otras universidades tanto nacionales como internacionales.
- Investigadores que han realizado todos sus estudios en la UNAM.
- Los que se incorporaron a la UNAM a partir de la maestría con estudios en otras universidades del país.
- Aquellos que se incorporan a la UNAM después de realizar sus estudios en el extranjero.

De tal manera que la fuente de información se vio enriquecida y diversificada. A partir del análisis de los datos también se pudieron obtener algunas de las trayectorias de los investigadores, por ejemplo, en qué instituciones educativas han realizado sus estudios y cuál es su nombramiento actual en la Universidad. Información que se presenta a continuación (cuadro 7).

Cuadro 7

Estudios realizados muestra Coordinación de la
Investigación Científica y nombramiento actual

Investigador	licenciatura/lugar	maestría/lugar	doctorado/lugar	Posdoctorado estancias	Nombramiento actual
1B	UNAM	UNAM	UNAM	Estados Unidos	Inv.Titular B
2B	UNAM	UNAM	UNAM		Inv.Titular B
3B	UNAM	Kansas	UNAM	Argentina Brasil	Inv.Titular B
4B	Universidad Autónoma de Morelos	Gran Bretaña	Gran Bretaña		Inv.Titular B
CA	UNAM	UNAM	Italia		Inv.Titular B
1A	Berkley		Berkley		Inv.Titular C
2A	UNAM	Wisconsin			Inv.Titular B
1CN	URSS	URSS	URSS		Inv.Invitado
2CN	Universidad de Chile	Universidad de Chile	Universidad de California		Inv.Titular
1M	UNAM	Francia	Francia		Inv.Titular C
2M	Universidad de San Luis Potosí	UNAM			Inv.Titular A
3M	UNAM		Francia		Inv.Titular A
1Q	UNAM	UNAM	UNAM	Alemania USA	Inv.Titular C
2Q	Universidad Autónoma de Puebla	URSS	URSS		Inv.Titular C
3Q	UNAM	UNAM	CINVESTAV IPN		Inv.Titular C
4Q	UNAM	UNAM	UNAM		Inv.Titular B
1F	UNAM	UNAM		Universidad de California	Inv.Titular C
2F	UNAM	Bélgica	Bélgica		Inv.Titular C
3F	UNAM		Escocia	Oxford Cornell	Inv.Titular C
4F	UNAM	Gran Bretaña			Inv.Titular C

Cuadro 8

Estudios realizados muestra
Coordinación de Humanidades y nombramiento actual

Investigador	Lic./lugar	Maestría/lugar	Doctorado/lugar	Posdoctorado	Nombramiento actual
1F	UNAM	UNAM	UNAM		Inv. Titular B
2F	UNAM	UAM	UNAM		Inv. Titular B
3F					Inv Emérito
1S	UNAM	UNAM			Inv. Titular B
2S	UNAM				Inv. Titular B
1 CESU	UNAM	UNAM	UNAM		Inv. Asociado C
2 CESU	UNAM	CINVESTAV			Inv. Titular A
1 CCYDEL	UNAM	UNAM	UNAM		Inv. Titular B
2 CCYDEL	U. Argentina	U. Argentina	U. Ecuador	Alemania	Inv. Titular B
CEIICH	U. Chile	UNAM	UNAM		Inv. Asociado C

A continuación presentamos el cuadro 9 que muestra la duración de las entrevistas realizadas en la Coordinación de la Investigación Científica y el cuadro 10 de las entrevistas de la Coordinación de Humanidades.

Cuadro 9

Duración de las entrevistas muestra Coordinación de la Investigación Científica

Dependencia	Clave	Duración entrevista
Instituto de Biología	1B	58 minutos
Instituto de Biología	2B	1 hora 5 minutos
Instituto de Biología	3B	1 hora 11 minutos
Centro de Ciencias de la Atmósfera	C A	28 minutos
Instituto de Astronomía	1A	48 minutos
Instituto de Astronomía	2A	57 minutos
Instituto de Ciencias Nucleares	1CN	1 hora 9 minutos
Instituto de Ciencias Nucleares	2CN	1 hora 20 minutos
Instituto de Ecología	B4	1 hora
Instituto de Matemáticas	1M	1 hora
Instituto de Matemáticas	2M	1 hora 8 minutos
Instituto de Matemáticas	3M	54 minutos
Instituto de Química	1Q	51 minutos
Instituto de Química	2Q	54 minutos
Instituto de Química	3Q	1 hora 29 minutos
Instituto de Química	4Q	53 minutos
Instituto de Física	1F	1 hora 19 minutos
Instituto de Física	2F	44 minutos
Instituto de Física	3F	1 hora 19 minutos
Instituto de Física	4F	49 minutos

Cuadro 10

Duración de las entrevistas Muestra Coordinación de Humanidades

Dependencia	Clave	
Instituto de Investigaciones Filosóficas	F1	1 hora 12
Instituto de Investigaciones Filosóficas	F2	50 minutos
Instituto de Investigaciones Filosóficas	F3	46 minutos
Instituto de Investigaciones Sociales	S1	1 hora 19 minutos
Instituto de Investigaciones Sociales 2S	S2	54 minutos
Centro de Estudios Sobre la Universidad	E1	1 hora 43 minutos
Centro de Estudios Sobre la Universidad	E2	25 minutos
Centro Coordinador y Difusor de Estudios Latinoamericanos	L1	47 minutos
Centro Coordinador y Difusor de Estudios Latinoamericanos	L2	1 hora 19
Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades	IN	54 minutos

Se realizaron las transcripciones de las 30 entrevistas y se procedió al procesamiento y análisis de los datos y el cruce con las categorías de investigación.

3.7 Procesamiento y análisis de datos

Una vez concluido el trabajo de campo se procesaron los datos, analizando las entrevistas de cada una de las coordinaciones; se trabajaron los datos de la Coordinación de la Investigación Científica y posteriormente los de la Coordinación de Humanidades. El análisis se realizó, con base en el cuadro (2) de categorías epistemológicas para identificar y clarificar las posturas epistemológicas de los investigadores entrevistados. Para ello, se requirió de la clave asignada a cada

investigador, la cual consistió, como antes se señaló, en un número y una letra que nos permitiera identificar a qué dependencia está adscrito, así como a qué investigador corresponde, de tal manera que la confidencialidad fuera garantizada. La información de la clave se presentó en la tabla de la muestra seleccionada.

En lo que corresponde a la Coordinación de Humanidades se siguió la misma estrategia.

El análisis se llevó a cabo en los siguientes momentos: en el primero con cada uno de los subsistemas; en el segundo, por dependencia, y en un tercer momento, por cada uno de los treinta investigadores entrevistados. Para seleccionar las respuestas de ellos a ser incluidas como ejemplo del porqué de la ubicación de las ideas expresadas en determinado enfoque.

De acuerdo a las ideas expresadas por los investigadores en las entrevistas, se analizan las categorías y se ubica en qué concepción epistemológica se encuentra lo expresado por cada uno de ellos. Consideramos pertinente señalar que son las respuestas de los investigadores las que presentamos para explicar, sustentar y mostrar cómo son estas respuestas las que nos han dado la pauta para poder ubicar los diferentes enfoques.

El análisis en el primer contexto (I) corresponde al de descubrimiento (véase cuadros 11 y 12), y las categorías desarrolladas son:

I.1 La observación.

I.2 Papel del científico.

I.3 Origen del conocimiento.

I.4 Relación sujeto-objeto.

I.5 Proceso metodológico para la generación del conocimiento.

I.6 Papel del experimento.

Se presentan las respuestas de los investigadores que se ubicaron en el segundo contexto, el de justificación (II), con las siguientes categorías:

- II.1 La observación.
- II.2 Papel del experimento.
- II.3 Validación.
- II.4 Correspondencia con la realidad.
- II.5 Grado de certidumbre (posibilidad de verdad).

Se presentan las respuestas de los investigadores que se ubicaron en el tercer contexto que es naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia (III) con las siguientes categorías

- III.1 Concepción de conocimiento.
- III.2 Concepción de ciencia.
- III.3 Finalidad.
- III.4 Niveles de organización.
- III.5 Desarrollo de la ciencia.
- III.6 Criterios de demarcación.
- III.7 El papel de la comunidad científica.

Se incluye el cuadro (11) de concentración de datos, en el que se presenta el análisis de las respuestas con las categorías de concepciones epistemológicas, en lo referente a la Coordinación de la Investigación Científica.

Es importante mencionar que en aquellas categorías donde no se obtuvieron respuestas se deja el espacio en blanco. Al mismo tiempo es procedente señalar que las preguntas referidas a la historia de la Universidad, a los obstáculos para aprender y enseñar ciencia, así como las condiciones para el desarrollo de la ciencia requirieron un análisis diferente, el cual se presenta posteriormente a los análisis globales.

Cuadro 11

Categorías de concepciones epistemológicas. Análisis de respuestas Coordinación de la Investigación Científica

I. CONTEXTO DE DESCUBRIMIENTO	EMPÍRICO- INDUCTIVO	POSITIVISMO LÓGICO	RACIONALISMO	RACIONALISMO CRÍTICO	CONTEXTUALISM O RELATIVISTA
I.1 LA OBSERVACIÓN Pregunta 2: ¿Cuál considera que es el origen o bien el principio del conocimiento científico?	Es la fuente del conocimiento. 1B 3B CA 1Q 2Q 4Q 2A 3M 2F	La ciencia comienza con observaciones de hechos aislados.	Depende de los <i>a priori</i> del sujeto cognoscente.	Proporciona la base firme, los datos absolutamente estables contra los cuales se ponen a prueba las teorías. 1A 3Q 2M 2B	Está determinada por los intereses teóricos del investigador y depende del paradigma en el que se encuentre inmerso. 1F 4B
II.2 PAPEL DEL CIENTÍFICO Pregunta 2: ¿Cuál considera que es el origen o bien el principio del conocimiento científico?	Observar, asociar, describir y explicar imparcialmente los hechos de la experiencia sensible. 3B 2A 3Q	Observar y construir explicaciones lógico-matemáticas que den cuenta de los fenómenos. 2A 2B 1F	Cuenta con elementos <i>a priori</i> que le permiten interpretar sus experiencias para elaborar teorías y comprobarlas. 4Q CA	Elaborar teorías y someterlas a tests empíricos con el propósito de falsearlas. 2CN 2M	Comprender la naturaleza mediante la resolución de problemas en términos de alguna estructura teórica, por lo que no hay percepciones puras y neutras. 1A 2Q 3M 2F

<p>I.3 ORIGEN DEL CONOCIMIENTO</p> <p>Pregunta 2: ¿Cuál considera que es el origen o bien el principio del conocimiento científico?</p> <p>Pregunta 3: ¿En qué se sustenta el conocimiento científico?</p> <p>Pregunta 4: ¿Cuáles son las principales características del conocimiento científico? ¿En qué se diferencia de otro tipo de conocimiento?</p>	<p>Experiencia sensible.</p> <p>(2) 4Q 4B 2F</p> <p>(3) 1B 1Q 2Q 4Q CA</p> <p>(4) 2Q 4Q 2M</p>	<p>Observaciones como producto de la experiencia y organizadas a través de la lógica matemática.</p> <p>(2) 1A CA</p> <p>(3) 1F 2F 1A 2A 4B</p> <p>(4) 1Q 2F 1A</p>	<p>La razón es el origen (ideas <i>a priori</i>) y punto de llegada.</p>	<p>Razón como generadora de elementos conceptuales, que permite el planteamiento de conjeturas y refutaciones.</p> <p>(2) 2CN 2M 3B 2Q 3Q</p> <p>(3) 3B 2M 2CN</p> <p>(4) 2CN 1B 2A</p>	<p>Las teorías científicas se construyen y desarrollan dentro de marcos generales de investigación que están conformadas por una serie de presupuestos.</p> <p>(2) 1Q 3M</p> <p>(4) 1F 4F 3M</p>
<p>I.4 RELACIÓN SUJETO – OBJETO</p> <p>Pregunta 2: ¿Cuál considera que es el origen o bien el principio del conocimiento científico?</p>	<p>El objeto influye en el sujeto.</p> <p>1B 2B 3B 1Q 2Q 2F</p>	<p>El objeto determina las construcciones lógico-matemáticas del sujeto.</p>	<p>El sujeto influye en la interpretación de los fenómenos y en la organización de sus interpretaciones.</p>	<p>El sujeto influye en el objeto de conocimiento, los significados, las interpretaciones y el establecimiento de hipótesis dependen de las construcciones conceptuales.</p> <p>CA 2A 3Q 4Q 2M</p>	<p>Interacción dialéctica: sujeto- objeto</p> <p>4B</p>

<p>I.5 PROCESO METODOLÓGICO PARA LA GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO Pregunta 1: ¿De qué manera se dio su formación científica dentro de la UNAM?</p> <p>Pregunta 5: ¿Considera que existe una desvinculación entre la ciencia y la educación? ¿Por qué considera que se ha dado? En caso contrario, ¿cómo se da esa vinculación?</p> <p>Pregunta 6: ¿Cree usted que las imágenes de ciencia de los profesores, investigadores influyen en el alumno, ¿de qué manera?</p>	<p>Inductivo. Una lista de enunciados observacionales nos lleva a enunciados universales mediante el proceso de inducción</p> <p>(1) 1B 2B 3B CA 1Q 4Q 2A</p> <p>(5) (6)</p>	<p>Inductivo-Deductivo. Método único, universal y ahistórico: 'método científico'</p> <p>(1) 2F 3Q (5) (6)</p>	<p>Hipotético- Deductivo</p> <p>(1) 4B 1F (5)</p>	<p>Hipotético- Deductivo, basado en conjeturas y refutaciones.</p> <p>(1) 4B 1F</p>	<p>No es normativo, ortodoxo, ni prescriptivo, sino que sigue los criterios lógicos internos de cada contexto o paradigma.</p> <p>(1) (5)</p>
<p>I.6 PAPEL DEL EXPERIMENTO</p>	<p>Descubrir el conocimiento mediante la réplica de los fenómenos</p> <p>1B 3B CA 2Q 4Q 1CN 2A</p>	<p>Actividad que va a generar o ser fuente de hechos observables y de nuevas hipótesis.</p> <p>2CN 1F</p>	<p>Forma parte de la construcción racional del conocimiento.</p>	<p>Replica controlada de los hechos con el fin de interpretarlos mediante conceptos y teorías <i>a priori</i></p> <p>2B 4B 3Q 3F</p>	<p>Varía de acuerdo con el programa, paradigma o marco teórico utilizado.</p> <p>1A</p>

II. CONTEXTO DE JUSTIFICACIÓN	EMPÍRICO-INDUCTIVO	POSITIVISMO LÓGICO	RACIONALISMO	RACIONALISMO CRÍTICO	CONTEXTUALISMO RELATIVISTA
II.3 VALIDACIÓN Pregunta 8: Después de que los científicos desarrollan una teoría, ¿la teoría cambia? ¿por qué, cuándo, cómo? ¿por qué no cambia?	Correspondencia entre los enunciados de cuestiones de hecho con el mundo de la experiencia. Empírica- inductiva 1A 2A 3Q 4B 1F 4F	Se validan los conocimientos que cubran las exigencias del pensamiento lógico. 2F 1CN 2Q	Se da a través de la coherencia interna de las construcciones mentales.	Es temporal y se da a través de la refutación de una teoría o hipótesis. 1B 2CN	Se da por la resolución de problemas de acuerdo a los criterios establecidos por cada una de las comunidades científicas.
II.2 CORRESPONDENCIA CON LA REALIDAD Pregunta 2: ¿Cuál considera que es el origen o bien el principio del conocimiento científico?	Realismo. Las proposiciones, los enunciados, leyes y teorías tienen una existencia objetiva y son una copia fiel de la realidad. 2Q	El sistema de conceptos se identifica con los hechos. La realidad existe independientemente de los sujetos. 1B 3B 1F 2F 3Q	La realidad responde a las normas de la razón. 1Q 2M	Las teorías son acercamientos progresivos a la realidad.	El conocimiento se encuentra histórica y contextualmente determinado por la diversidad de medios culturales.
II.3 GRADO DE CERTIDUMBRE (POSIBILIDAD DE VERDAD) Pregunta 10: ¿Considera usted que existe una desvinculación de la ciencia con su epistemología? ¿A qué se debe esa desvinculación?	Los enunciados observacionales son seguros y fiables. Existe una verdad absoluta, objetiva y ahistórica.	Existe una verdad absoluta, objetiva, universal y ahistórica.	Existe una verdad absoluta, subjetiva, universal y ahistórica.	Las teorías se pueden establecer como verosímiles o cercanas a la verdad. Es universal y ahistórica.	Existen verdades relativas y contextualizadas. Los requisitos que debe cumplir una teoría o cuerpo teórico son: que sea entendible, útil y fructífera, que contenga elementos de validación y formalización. 1A 2A 1B 4B CA 1CN 2CN 1Q 2Q 3Q 4Q 2F 4F 2M 3M

III. NATURALEZA, ESTRUCTURA, PROGRESO Y FINALIDAD DE LA CIENCIA	EMPÍRICO-INDUCTIVO	POSITIVISMO	RACIONALISMO	RACIONALISMO CRÍTICO	CONTEXTUALISMO RELATIVISTA
III.1 CONCEPCIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Pregunta 3: ¿En qué se sustenta el conocimiento científico?	Es el resultado de un proceso de inducción que se aplica a una colección de hechos particulares. 1F 4F 1Q 2Q 1B 2B 1CN	El conocimiento es la organización racional de las ideas y contiene juicios <i>a priori</i> y conceptos adquiridos por la experiencia de un sistema de proposiciones lógico-matemáticas.	Es la organización racional de las ideas y contiene juicios <i>a priori</i> y conceptos adquiridos por la experiencia.	Todo saber tiene un carácter provisional, constructivo y universal. 2F 3Q 4Q 1A 2A 4B 2CN	Conjunto de construcciones que intenta dar cuenta de la realidad de acuerdo al contexto.
III.2 CONCEPCIÓN DE CIENCIA Pregunta 11: ¿Cuáles considera que son las concepciones (ideas) de ciencia que predominan en la actualidad en el área científica de su especialidad? Pregunta 16: ¿Qué tradición científica o concepción de ciencia identifica que haya influido en su formación	Un conjunto de enunciados universales. (11) 1Q 3B (16) 1B 2B 3B 4B 1A 2A 1Q 2Q 4Q 2F 4F 1CN	Conjunto de teorías con una organización racional y demostrables empíricamente. (11) 1F 2F 1B 2B 4B CA 2Q 4Q 2CN	Un conjunto de proposiciones racionales de carácter predictivo y objetivo. 11) 1A 2A	Un conjunto de hipótesis o programas de investigación, que se propone a manera de ensayo (acierto y error), con el propósito de describir o explicar el comportamiento de algún aspecto del Universo.	Organización sistemática del conocimiento, mediante principios regulativos que permiten ordenar leyes y teorías. Que parte de compromisos y presupuestos que comparten la comunidad de especialistas (11) 4F1CN 3M

<p>III.3 FINALIDAD</p> <p>Pregunta 12: ¿Cuál es el contexto histórico en el que surge la ciencia, en la UNAM, ¿a qué necesidades respondió? ¿Cree que esas necesidades fueron cubiertas?</p> <p>Pregunta 9: ¿Cómo concibe la idea de progreso científico?</p>	<p>Describir y explicar la realidad.</p> <p>1B 2B 4B 1A 1Q 2Q 1CN 2CN 1F 2F 4F 3M CA</p>	<p>Explicar los fenómenos de la naturaleza a partir de teorías acabas, lógicamente consistentes.</p> <p>3Q 4Q 3B 2A</p>	<p>Organización sistemática de los conocimientos mediante la elaboración de teorías como totalidades estructurales.</p>	<p>A partir de conjeturas y refutaciones, buscar un mayor nivel de aproximación a la realidad.</p>	<p>Desarrollar paradigmas, programas de investigación, teorías, modelos, etc. En un intento por explicar algunos aspectos de la realidad.</p>
<p>III.4 NIVELES DE ORGANIZACIÓN</p> <p>Pregunta 13: Qué relación guarda la institucionalización de la ciencia (el origen y desarrollo de la ciencia, la tradición científica, las líneas de investigación, la formación de científicos) con las concepciones de ciencia que existen en la UNAM?</p>	<p>Experiencias, enunciados observacionales, enunciados generales, leyes experimentales y teorías universales. Para las derivaciones y predicciones se utiliza la deducción.</p> <p>1F 3B</p>	<p>Existe una estructura que agrupa leyes experimentales, un sistema axiomático y reglas de correspondencia, en teorías universales.</p>	<p>Axiomas, leyes teóricas y teorías universales.</p>	<p>Principios, hipótesis, teorías y programas de investigación.</p>	<p>Conceptos, teorías, programas de investigación, tradiciones científicas, teorías globales y modelos de desarrollo para enfrentar los cambios más profundos y a largo plazo en el nivel de los compromisos básicos.</p> <p>1B 4B</p>
<p>III.5 DESARROLLO DE LA CIENCIA</p> <p>Pregunta 9: ¿Cómo concibe la idea de progreso científico?</p> <p>Pregunta 14: ¿Cuáles considera que son las condiciones actuales que posibilitan el desarrollo de la ciencia?</p>	<p>Es continuo y por acumulación.</p>	<p>Por incorporación o reducción a manera de caja china.</p>	<p>Es continuo y por acumulación.</p>	<p>La ciencia progresa gracias al ensayo (acierto y error), conjeturas y refutaciones y a la heurística positiva o negativa.</p>	<p>Se da por revoluciones o por evolución (camino en espiral) de manera discontinua.</p>

<p>III.6 CRITERIO DE DEMARCACIÓN</p> <p>Pregunta 15: ¿Cuáles considera que han sido los principales criterios que han guiado la investigación científica, en el campo en el que usted se desarrolla?</p>	<p>Solamente se acepta como ciencia aquel conocimiento que se genere mediante un proceso empírico inductivo.</p>	<p>Lo que no tenga carácter lógico-matemático no es ciencia. Niega la relación entre la ciencia y la metafísica.</p>	<p>No existe una demarcación entre la ciencia y la metafísica.</p> <p>2F</p>	<p>Sólo son científicas las teorías o programas de investigación que pueden ser valorados en términos del criterio universal (la lógica deductiva del método crítico) y sobrevivan a la prueba experimental.</p>	<p>Los criterios de demarcación los establece cada comunidad científica mediante su marco teórico y sus compromisos.</p>
<p>III.7 EL PAPEL DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA</p> <p>Pregunta 8: Después de que los científicos crean una teoría ésta se modifica, si, no ¿por qué?</p> <p>Pregunta 9: ¿Cómo concibe la idea de progreso científico?</p> <p>Pregunta 16: ¿Qué tradición científica o concepción de ciencia identifica que haya influido en su formación científica?</p> <p>Pregunta 17: ¿Considera que las concepciones de ciencia que usted posee son compartidas por los investigadores con los que usted trabaja?</p>	<p>Validar el conocimiento científico.</p>	<p>Verificar las leyes, teorías y modelos.</p> <p>(8) 1B 2B 3B 4B CA 1Q 2Q 3Q 4Q 1CN 1F 2F 4F</p>	<p>Validar la organización sistemática de las representaciones de la realidad.</p>	<p>Interpretar, deducir y corroborar o falsear los conocimientos.</p> <p>(9) 2CN 2M 3M</p>	<p>Consenso como producto de la discusión y el análisis bajo criterios establecidos por cada comunidad epistémica.</p> <p>(17) 1Q 2Q 3Q 4Q 1B 2B 3B 4B 1F 2F 2CN</p>

Nota: los números que aparecen entre paréntesis corresponden al número de la pregunta de la guía de entrevista.

A continuación presentamos un cuadro (12) de categorías epistemológicas con el análisis de las respuestas de los investigadores. En este cuadro de concentración de datos, de acuerdo al procesamiento de las entrevistas, se analizan las ideas expresadas por los investigadores entrevistados y se cruzan las categorías con los enfoques, de tal manera que se ubica en qué concepción epistemológica se encuentran los investigadores entrevistados de la Coordinación de Humanidades.

Cuadro 12

Categorías concepciones epistemológicas.

Análisis de respuestas de la Coordinación de Humanidades.

I. CONTEXTO DE DESCUBRIMIENTO	EMPÍRICO- INDUCTIVO	POSITIVISMO LÓGICO	RACIONALISMO	RACIONALISMO CRÍTICO	CONTEXTUALISMO RELATIVISTA
<p>I.1 LA OBSERVACIÓN Pregunta 2: ¿Cuál considera que es el origen o bien el principio del conocimiento científico?</p>	Es la fuente del conocimiento.	La ciencia comienza con observaciones de hechos aislados.	Depende de los <i>a priori</i> del sujeto cognoscente.	Proporciona la base firme, los datos absolutamente estables contra los cuales se ponen a prueba las teorías.	Está determinada por los intereses teóricos del investigador y depende del paradigma en el que se encuentra inmerso.
<p>I.2 PAPEL DEL CIENTÍFICO Pregunta 2: ¿Cuál considera que es el origen o bien el principio del conocimiento científico?</p>	<p>Observar, asociar, describir y explicar imparcialmente los hechos de la experiencia sensible.</p> <p>L1 IN</p>	Observar y construir explicaciones lógico-matemáticas que den cuenta de los fenómenos.	Cuenta con elementos <i>a priori</i> que le permiten interpretar sus experiencias para elaborar teorías y comprobarlas.	Elaborar teorías y someterlas a tests empíricos con el propósito de falsearlas.	<p>Comprender la naturaleza mediante la resolución de problemas en términos de alguna estructura teórica, por lo que no hay percepciones puras y neutras.</p> <p>F1 F2 F3 E1 E2 L2</p>

<p>I.3 ORIGEN DEL CONOCIMIENTO</p> <p>Pregunta 2: ¿Cuál considera que es el origen o bien el principio del conocimiento científico?</p> <p>Pregunta 3: ¿En qué se sustenta el conocimiento científico?</p> <p>Pregunta 4: ¿Cuáles son las principales características del conocimiento científico? ¿En qué se diferencia de otro tipo de conocimiento?</p>	<p>Experiencia sensible.</p>	<p>Observaciones como producto de la experiencia y organizadas a través de la lógica matemática.</p> <p>(4) E2 L1</p>	<p>La razón es el origen (ideas <i>a priori</i>) y punto de llegada.</p> <p>(2) IN</p> <p>(3) L1 IN</p>	<p>Razón como generadora de elementos conceptuales, que permite el planteamiento de conjeturas y refutaciones.</p> <p>(4) F1 F2 F3 S1 E1 L2</p>	<p>Las teorías científicas se construyen y desarrollan dentro de marcos generales de investigación que están conformadas por una serie de presupuestos.</p> <p>(2) F2 E1 L2</p> <p>(3) F1 F2 F3 E1 E2 L2</p>
<p>I.4 RELACION SUJETO - OBJETO</p> <p>Pregunta 2: ¿Cuál considera que es el origen o bien el principio del conocimiento científico?</p>	<p>El objeto influye en el sujeto.</p>	<p>El objeto determina las construcciones lógico-matemáticas del sujeto.</p>	<p>El sujeto influye en la interpretación de los fenómenos y en la organización de sus interpretaciones.</p> <p>L1 1N</p>	<p>El sujeto influye en el objeto de conocimiento; los significados, las interpretaciones y el establecimiento de hipótesis dependen de las construcciones conceptuales.</p>	<p>Interacción dialéctica: sujeto-objeto</p> <p>F1 F2 F3 S1 E1 E2 L2</p>

<p>I.5 PROCESO METODOLÓGICO PARA LA GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO Pregunta 1: ¿De qué manera se dio su formación científica dentro de la UNAM?</p> <p>Pregunta 5: ¿Considera que existe una desvinculación entre la ciencia y la educación? ¿Por qué considera que se ha dado? En caso contrario ¿Cómo se da esa vinculación?</p> <p>Pregunta 6: ¿Cree usted que las imágenes de ciencia de los de los profesores, investigadores influyen en el alumno, de qué manera?</p>	<p>Inductivo. Una lista de enunciados observacionales nos lleva a enunciados universales mediante el proceso de inducción</p> <p>L1</p>	<p>Inductivo- Deductivo. Método único, universal y ahistórico: 'método científico'</p>	<p>Hipotético- Deductivo</p>	<p>Hipotético- Deductivo, basado en conjeturas y refutaciones.</p> <p>S1 IN</p>	<p>No es normativo, ortodoxo, ni prescriptivo, sino que sigue los criterios lógicos internos de cada contexto o paradigma.</p> <p>6) F1 F2 F3 E1 E2 L2</p>
<p>I.6 PAPEL DEL EXPERIMENTO</p>	<p>Descubrir el conocimiento mediante la réplica de los fenómenos</p>	<p>Actividad que va a generar o ser fuente de hechos observables y de nuevas hipótesis.</p> <p>S1</p>	<p>Forma parte de la construcción racional del conocimiento.</p>	<p>Réplica controlada de los hechos con el fin de interpretarlos mediante conceptos , y teorías <i>a priori</i></p> <p>F1 F2 E1</p>	<p>Varía de acuerdo con el programa, paradigma o marco teórico utilizado.</p>

II. CONTEXTO DE JUSTIFICACIÓN	EMPÍRICO - INDUCTIVO	POSITIVISMO LÓGICO	RACIONALISMO	RACIONALISMO CRÍTICO	CONTEXTUALISMO RELATIVISTA
II.3 VALIDACIÓN Pregunta 8: Después de que los científicos desarrollan una teoría, ¿la teoría cambia?, ¿por qué, cuándo, cómo? ¿Por qué no cambia?	Correspondencia entre los enunciados de cuestiones de hecho con el mundo de la experiencia. Empírica- inductiva	Se validan los conocimientos que cubran las exigencias del pensamiento lógico.	Se da a través de la coherencia interna de las construcciones mentales.	Es temporal y se da a través de la refutación de una teoría o hipótesis. F1 F2 F3 S1 E1 E2	Se da por la resolución de problemas de acuerdo con los criterios establecidos por cada una de las comunidades científicas.
II.4 CORRESPONDENCIA CON LA REALIDAD Pregunta 2: ¿Cuál considera que es el origen o bien el principio del conocimiento científico?	Realismo Las proposiciones, los enunciados, leyes y teorías tienen una existencia objetiva y son una copia fiel de la realidad.	El sistema de conceptos se identifica con los hechos. La realidad existe independientemente de los sujetos.	La realidad responde a las normas de la razón.	Las teorías son acercamientos progresivos a la realidad.	El conocimiento se encuentra histórica y contextualmente determinado por la diversidad de medios culturales. 1F 2F 3F 1E 2L IN
II.5 GRADO DE CERTIDUMBRE (POSIBILIDAD DE VERDAD) Pregunta 10: ¿Considera usted que existe una desvinculación de la ciencia con su epistemología? ¿A qué se debe esa desvinculación?	Los enunciados observacionales son seguros y fiables. Existe una verdad absoluta, objetiva y ahistórica.	Existe una verdad absoluta, objetiva, universal y ahistórica.	Existe una verdad absoluta, subjetiva, universal y ahistórica.	Las teorías se pueden establecer como verosímiles o cercanas a la verdad. Es universal y ahistórica.	Existen verdades relativas y contextualizadas. Los requisitos que debe cumplir una teoría o cuerpo teórico son: que sea entendible, útil y fructífera; que contenga elementos de validación y formalización. F1 F2 F3 E1 L2

III. NATURALEZA, ESTRUCTURA, PROGRESO Y FINALIDAD DE LA CIENCIA	EMPÍRICO-INDUCTIVO	POSITIVISMO	RACIONALISMO	RACIONALISMO CRÍTICO	CONTEXTUALISMO RELATIVISTA
<p>III.1 CONCEPCIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO (Pregunta 3) ¿En qué se sustenta el conocimiento científico?</p>	<p>Es el resultado de un proceso de inducción que se aplica a una colección de hechos particulares.</p>	<p>El conocimiento es la organización racional de las ideas y contiene juicios <i>a priori</i> y conceptos adquiridos por la experiencia de un sistema de proposiciones lógico-matemáticas. S1</p>	<p>Es la organización racional de las ideas y contiene juicios <i>a priori</i> y conceptos adquiridos por la experiencia.</p>	<p>Todo saber tiene un carácter provisional, constructivo y universal.</p>	<p>Conjunto de construcciones que intenta dar cuenta de la realidad de acuerdo al contexto.</p>
<p>III.2 CONCEPCIÓN DE CIENCIA Pregunta 11: ¿Cuáles considera que son las concepciones (ideas) de ciencia que predominan en la actualidad en el área científica de su especialidad? Pregunta 16: ¿Qué tradición científica o concepción de ciencia identifica que haya influido en su formación.</p>	<p>Un conjunto de enunciados universales.</p>	<p>Conjunto de teorías con una organización racional y demostrables empíricamente.</p>	<p>Un conjunto de proposiciones racionales de carácter predictivo y objetivo.</p>	<p>Un conjunto de hipótesis o programas de investigación que se proponen a manera de ensayo (acierto y error), con el propósito de describir o explicar el comportamiento de algún aspecto del Universo.</p>	<p>Organización sistemática del conocimiento, mediante principios regulativos que permiten ordenar leyes y teorías. Que parte de compromisos y presupuestos que comparten la comunidad de especialistas (11) F1 F2 F3 S1 E1 L2 (16) F2 S1 E1 L2</p>

<p>III.3 FINALIDAD</p> <p>Pregunta 12: ¿Cuál es el contexto histórico en el que surge la ciencia, en la UNAM, a qué necesidades respondió? ¿Cree que esas necesidades fueron cubiertas?</p> <p>Pregunta 9: ¿Cómo concibe la idea de progreso científico?</p>	<p>Describir y explicar la realidad.</p>	<p>Explicar los fenómenos de la naturaleza a partir de teorías acabas, lógicamente consistentes.</p>	<p>Organización sistemática de los conocimientos mediante la elaboración de teorías como totalidades estructurales.</p>	<p>A partir de conjeturas y refutaciones, buscar un mayor nivel de aproximación a la realidad.</p>	<p>Desarrollar paradigmas, programas de investigación, teorías, modelos, etc., en un intento por explicar algunos aspectos de la realidad.</p> <p>F1 F2 S1 E1 L2</p>
<p>III.4 NIVELES DE ORGANIZACIÓN</p> <p>Pregunta 13: Qué relación guarda la institucionalización de la ciencia, (el origen y desarrollo de la ciencia la tradición científica, las líneas de investigación, la formación de científicos) con las concepciones de ciencia que existen en la UNAM?</p>	<p>Experiencias, enunciados observacionales, enunciados generales, leyes experimentales y teorías universales. Para las derivaciones y predicciones se utiliza la deducción.</p>	<p>Existe una estructura que agrupa leyes experimentales, un sistema axiomático y reglas de correspondencia, en teorías universales.</p>	<p>Axiomas, leyes teóricas y teorías universales.</p>	<p>Principios, hipótesis, teorías y programas de investigación.</p>	<p>Conceptos, teorías, programas de investigación, tradiciones científicas, teorías globales y modelos de desarrollo para enfrentar los cambios más profundos y a largo plazo en el nivel de los compromisos básicos.</p> <p>F1 F2 F3 E1</p>
<p>III.5 DESARROLLO DE LA CIENCIA</p> <p>Pregunta 9: ¿Cómo concibe la idea de progreso científico?</p> <p>Pregunta 14: ¿Cuáles considera que son las condiciones actuales que posibilitan el desarrollo de la ciencia?</p>	<p>Es continuo y por acumulación.</p> <p>S1</p>	<p>Por incorporación o reducción a manera de caja china.</p>	<p>Es continuo y por acumulación.</p>	<p>La ciencia progresa gracias al ensayo (acierto y error), conjeturas y refutaciones, y a la heurística positiva o negativa.</p>	<p>Se da por revoluciones o por evolución (camino en espiral) de manera discontinua.</p>

<p>III.6 CRITERIO DE DEMARCACIÓN</p> <p>Pregunta 15: ¿Cuáles considera que han sido los principales criterios que han guiado la investigación científica en el campo en el que usted se desarrolla?</p>	<p>Solamente se acepta como ciencia aquel conocimiento que se genere mediante un proceso empirico inductivo.</p> <p>S1</p>	<p>Lo que no tenga carácter lógico-matemático no es ciencia. Niega la relación entre la ciencia y la metafísica.</p>	<p>No existe una demarcación entre la ciencia y la metafísica.</p>	<p>Sólo son científicas las teorías o programas de investigación que pueden ser valorados en términos del criterio universal (la lógica deductiva del método crítico) y sobreviven a la prueba experimental.</p>	<p>Los criterios de demarcación los establece cada comunidad científica mediante su marco teórico y sus compromisos.</p>
<p>III.7 EL PAPEL DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA</p> <p>Pregunta 9: ¿Cómo concibe la idea de progreso científico?</p> <p>Pregunta 16: ¿Qué tradición científica o concepción de ciencia identifica que haya influido en su formación científica?</p> <p>Pregunta 17: ¿Considera que las concepciones de ciencia que usted posee son compartidas por los investigadores, con los que usted trabaja?</p>	<p>Validar el conocimiento científico.</p>	<p>Verificar las leyes, teorías y modelos.</p>	<p>Validar la organización sistemática de las representaciones de la realidad.</p>	<p>Interpretar, deducir y corroborar o falsear los conocimientos.</p>	<p>Consenso como producto de la discusión y el análisis bajo criterios establecidos por cada comunidad epistémica.</p>

Nota: los números que aparecen entre paréntesis corresponden al número de la pregunta de la guía de entrevista.

3.8 Análisis de la información

El análisis de la información se realizó con base en las siguientes fuentes: la información documental reportada en los primeros capítulos, en las categorías de la investigación, así como en las categorías epistemológicas y en los datos arrojados por las entrevistas, para dar una interpretación fundamentalmente orientada a explicar cuáles son las concepciones de ciencia del ámbito académico de la UNAM y cómo éste ha impactado a la enseñanza de la ciencia.

En el siguiente capítulo presentaremos el análisis global de la información que surge del procesamiento de datos por categoría. En él se presentan las respuestas de cada uno de los investigadores, y a partir de ellas se elabora el análisis global.

Por procedimiento tenemos en primer lugar, el análisis global de información por categorías de la Coordinación de la Investigación Científica y, posteriormente, el análisis global de información por categorías de la Coordinación de Humanidades.

CAPÍTULO 4

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Este capítulo está conformado por cuatro partes: las dos primeras corresponden al análisis global de información por categorías de la Coordinación de la Investigación Científica y el de la Coordinación de Humanidades; la tercera de los resultados es el apartado donde los investigadores abundaron sobre el origen y la situación actual para el desarrollo de la ciencia; en la cuarta referimos la imagen que tienen de la situación actual de la enseñanza de la ciencia en la UNAM, así como algunas propuestas.

4.1 Análisis global de información por categorías Coordinación de la Investigación Científica

El análisis pasó por los siguientes momentos: en el primero se analizaron cada una de las 20 entrevistas en un cruce con el cuadro de Concepciones Epistemológicas (véase cuadro 2 del capítulo anterior), analizando las 24 respuestas, a través de las categorías, para cada uno de los subsistemas.

En un segundo momento se analizó el procesamiento de las respuestas y se buscaron los aspectos en los que coincidían los investigadores para agrupar sus respuestas en las diferentes categorías; este análisis, más detallado, nos permitió encontrar las grandes orientaciones de las concepciones expresadas.

Se elaboró también un análisis por dependencia y, por último, un análisis por cada investigador entrevistado.

Para el procesamiento de datos elaboramos un cuadro de concentración en el cual, de acuerdo a las entrevistas, se analizaron las categorías y se ubicó en qué concepción epistemológica se encuentran los investigadores.

Para el análisis global que presentaremos a continuación fue necesario analizar las transcripciones al menos cuatro veces; se requirió estudiar las entrevistas una por una en cada una de las respuestas que se relacionaban con la categoría en cuestión, de tal manera que se pudiera obtener una frecuencia de las respuestas ubicadas en cada categoría. Posteriormente seleccionamos las ideas expresadas por un investigador, para ejemplificar por qué se les da esa ubicación.

I. Contexto de descubrimiento

En el contexto de descubrimiento encontramos que los investigadores entrevistados consideraron que la ciencia vive un proceso de descubrimiento, en el cual las diferentes categorías tienen participación; esto fue expresado a través de las siguientes respuestas:

I.1 Observación

Según lo expresado por los investigadores, la observación se ubica en los siguientes enfoques:

Nueve investigadores (1B 3B CA 1Q 2Q 4Q 2A 3M 2F) tienden a ubicarse en el enfoque **empírico inductivo**. Uno de ellos se expresa de la siguientes manera: “La observación de los hechos es la base, la fuente de la ciencia, que el contacto con la naturaleza y la búsqueda de la verdad te llevan a querer reproducir la naturaleza a través del experimento”.

En el **racionalismo crítico**, por la orientación de sus respuestas, identificamos a cuatro investigadores (1A 3Q 2M 2B); uno de ellos señaló que “El conocimiento está basado en teorías y éstas son modelos que no siempre están en concordancia con lo que se observa, eso posibilita los ajustes a la teoría y la confirmación de ésta.”

En el **contextualismo relativista**, por las ideas expresadas, podemos ubicar a dos investigadores (1F 4B); ambos consideraron que “Las observaciones son la base, y se acomodan a un marco teórico determinado.”

I.2 Papel del científico

En este punto encontramos lo siguiente:

Tres investigadores (3B 2A 3Q) expresaron que el papel del científico está basado en la observación. La orientación de sus ideas tienden al **empirismo inductivo**; por ejemplo, un investigador expresó: “El sujeto basado en la observación de los hechos elabora las teorías, las lleva a la realidad, las estudia y encuentra su razón de ser, la verdad absoluta.”

De acuerdo con las respuestas de tres investigadores (2A 2B 1F), cuyas ideas se orientan al **positivismo lógico**, tenemos que un investigador expresó: “El científico busca que la experimentación se sustente en una teoría, en métodos teóricos que le permitan resolver problemas y avanzar en la construcción de esa área de investigación.”

Dos investigadores (4Q CA), por la orientación de sus ideas al **racionalismo** expresaron: “El científico se dedica a crear modelos, a crear una serie de patrones de conocimiento que orientan la investigación y la explicación de los hechos”.

Ubicamos en el **racionalismo crítico** a dos investigadores (2CN 2M), quienes expresaron: “De preguntas personales, que se plantean los investigadores, al buscar las respuestas se elaboran los modelos, las teorías, y se contrastan con la experiencia para su verificación”.

Las respuestas de cuatro investigadores (1A 2Q 3M 2F) no dieron elementos suficientes ni claros para ser ubicados: uno de ellos señaló: “El investigador busca conocer, comprender y explicar el mundo, así como la naturaleza, mediante la interacción con el objeto, y resolver problemas en términos de una teoría.”

I.3 Origen del conocimiento

En cuanto a lo que consideran propiamente el origen del conocimiento, de acuerdo a las respuestas y por la orientación de sus ideas, identificamos los siguientes enfoques:

Tenemos tres investigadores tendientes al **empírico inductivo** (4Q 4B 2F); uno de ellos expresó: “Es la observación y la experimentación lo que da origen al conocimiento científico.”

Las respuestas proporcionadas por dos investigadores (1A CA) están orientadas al **positivismo lógico**; uno señaló que: “El conocimiento científico se basa en los datos de las observaciones y en las teorías que se elaboran para sistematizar y entender los datos de la observación.”

Cinco investigadores (2CN 2M 3B 2Q 3Q) se orientan hacia el **racionalismo crítico**; a manera de ejemplo, uno señaló: “El conocimiento tiene su origen en las preguntas que generan respuestas; de ahí nuevas preguntas, y al estar contrastando con otras teorías va surgiendo el conocimiento científico y de ahí la ciencia.”

Las respuestas proporcionadas por dos investigadores (1Q 3M) están orientadas al **contextualismo relativista**; uno señaló: “El origen está desde el estudio, desde ahí se inicia la reflexión y se formulan preguntas y se buscan respuestas desde diferentes planteamientos y explicaciones de la realidad, de tal manera que cuando están organizados dan respuesta a preguntas esenciales o bien a la comprensión del porqué del trabajo.”

I.3.1 Sustento del conocimiento científico

En la categoría de origen del conocimiento se trabajó también la del sustento del conocimiento, en la cual de acuerdo con las respuestas de los investigadores se pudieron detectar los siguientes enfoques:

En el **empirismo inductivo**, por la orientación de sus ideas, fueron ubicados cinco investigadores (1B 1Q 2Q 4Q CA); uno señaló: “El conocimiento científico se sustenta en la observación y la experimentación y el poder repetir ese fenómeno, sin eso no existiría el conocimiento científico.”

Como ejemplo de la orientación **positivismo lógico** transcribimos lo que uno de los cinco investigadores (1F 2F 1A 2A 4B) expresó: “El sustento del conocimiento científico son básicamente los datos de la observación; las teorías que se elaboran para sistematizar y entender los datos de la observación.”

Por las respuestas expresadas por tres investigadores (3B 2M 2CN) orientados al **racionalismo crítico** presentamos lo expresado por uno de ellos: “La ciencia se sustenta en el conocimiento científico racional que se puede observar y comprobar.”

I.3.2 Características del conocimiento

En la categoría de origen del conocimiento se trabajó también la de las características del conocimiento, en la cual de acuerdo a las respuestas de los investigadores se pudieron detectar los siguientes enfoques:

La orientación de las ideas expresadas por tres investigadores (2Q 4Q 2M) van hacia el **empírico inductivo**; uno de ellos señaló: “Para llegar al conocimiento científico primero hay que observar, segundo experimentar; se tiene que repetir y crear su propia hipótesis, la teoría; su proceso intenta repetir lo que hace la naturaleza”.

Por la orientación de las ideas expresadas hacia el **positivismo lógico**, de tres investigadores (1Q 2F 1A) uno señaló: “La ciencia es observacional, existe un diálogo continuo entre la observación y la teoría, la teoría provoca predicciones, se verifican y si ésta no se da, se proponen nuevas teorías para que el conocimiento avance.”

Las respuestas de tres investigadores (2CN 1B 2A), se consideraron orientadas hacia el **racionalismo crítico**; uno de ellos señaló: “Las características son que tiene leyes, planteamientos que se pueden establecer y son comprobables a través de reacciones. De ahí parte nuestro trabajo para llegar a la frontera de la ciencia.”

Tres investigadores (1F 4F 3M) se ubican en el **contextualismo relativista**; de ellos uno señaló: “La ciencia nos da respuestas a veces relativamente claras de la realidad que nos rodea; esas explicaciones se van modificando de acuerdo al trabajo de los científicos.”

I.4 Relación sujeto-objeto

En cuanto a lo que consideran propiamente la relación sujeto-objeto de acuerdo a las respuestas y por la orientación de sus ideas identificamos los siguientes enfoques:

Seis investigadores (1B 2B 3B 2F 1Q 2Q) nos permitieron ubicarlos en el **empirismo inductivo**. Presentamos lo señalado por dos de ellos; el primer expresó: “El científico sólo puede estudiar lo tangible, lo que se puede observar, lo que proporciona datos, y de ahí se puede llegar a predecir lo que puede suceder en cuanto a un proceso, pero sólo a partir de los datos tangibles.” Y el segundo manifestó: “El conocimiento científico es el mismo aquí y en China, ya que surge del experimento, de la observación y de crear modelos, probarlos y predecir; de ahí regresar las preguntas de investigación.”

Las ideas expresadas por cinco investigadores (3Q 4Q CA 2A 2M), cuya tendencia es hacia el **racionalismo crítico**, nos permitieron ubicarlos en este enfoque. Uno de los entrevistados señaló: “El investigador se cuestiona sobre cierto problema, surge alguna pregunta y entonces busca lo que se conoce sobre esa pregunta y, después, trata de dar respuesta a ese problema, con base en las teorías formuladas; si no dan respuesta, si no pasó la verificación o el contraste con la realidad, se empiezan a formular nuevas ideas”. Otro expresó: “El sujeto basado

en sus conocimientos siempre busca la verdad a través del pensamiento, a través del experimento; siempre estamos reflexionando sobre las preguntas que nos formulamos y buscamos sus respuestas.”

La orientación de las ideas expresadas por un investigador (4B) nos permitió ubicarlo en el **contextualismo relativista**, ya que expresó: “Entender la naturaleza en un contexto con reglas más o menos bien establecidas, ese cuerpo conceptual teórico dispara mi producción científica, que es la ecología evolutiva, con la cual me relaciono y ha ido modificando mi trabajo como investigador.”

I.5 Proceso metodológico para la generación del conocimiento

La orientación de las ideas expresadas por siete investigadores (1B 2B 3B CA 1Q 4Q 2A), nos permitió ubicarlos dentro del **empirismo inductivo**; uno señaló lo siguiente: “Nos formaron con una gran visión en la cual la observación y la experimentación eran la base en nuestra educación; se tenían que comprobar y reproducir los resultados.”

Las respuestas de dos investigadores (2F 3Q) fueron consideradas con una orientación hacia el **positivismo lógico**; uno de ellos expresó: “Fuimos formados con base en el método científico, el cual todavía seguimos en nuestras investigaciones, aunque no de manera rigurosa; conforme uno va avanzando en la investigación uno lo hace como una costumbre.”

Por la orientación de las ideas expresadas por dos investigadores (4B 1F), los ubicamos en el **racionalismo crítico**; por ejemplo, uno de ellos expresó: “En mi formación, la orientación fue la de conocer las teorías y ver cómo era su evolución; cómo se va construyendo el sustento teórico de la disciplina, la redefinición de las teorías y sus sustentos.”

I.6 Papel del experimento

La orientación de las ideas expresadas por siete investigadores (1B 3B CA 2Q 4Q 1CN 2A) nos permitió ubicarlos en el **empirismo inductivo**; uno de ellos señaló: “La experimentación y la reproducción son las bases de la ciencia, del conocimiento científico, el trabajo experimental; cada paso, cada etapa, cada evento es un conocimiento que se está descubriendo, que se está adquiriendo; se aplican y enriquece los conocimientos, ya que es el trabajo experimental lo que va a dar lugar a todo este proceso que es la ciencia.”

Las respuestas de dos investigadores (2CN 1F) se consideraron orientadas hacia el **positivismo lógico**; a decir de uno: “El experimento es la actividad que permite confirmar los resultados, y da la pauta para que sean reproducibles; y en ese momento se cierra el círculo de la investigación porque esa comprobación te regresa a la teoría.”

Las ideas expresadas por cuatro investigadores (2B 4B 3Q 3F) en relación con el papel del experimento se consideraron orientadas hacia el **racionalismo crítico**; uno señaló: “El trabajo de investigación está basado en la observación de los fenómenos naturales; se observan desde un marco de referencia, y lo que hacemos posteriormente son experimentos que demuestren inequívocamente que lo que uno ve tiene una conexión causa-efecto, y para ello la herramienta más poderosa es el experimento.”

La respuesta expresada por un investigador (1A) se consideró orientada hacia el **contextualismo relativista**: “En la astronomía sistematizamos los datos de observación en las teorías y de ahí hacemos predicciones; si se confirman, la teoría tiene una gran credibilidad, hasta que llega el momento en que otras observaciones empiezan a mostrar que la teoría es insuficiente para cubrir las nuevas observaciones y los nuevos experimentos.”

II. Contexto de justificación

En el contexto de justificación encontramos que los investigadores entrevistados consideraron que la ciencia vive un proceso de validación:

II.1 Validación

En el **empírico inductivo** ubicamos a seis investigadores (1A 2A 3Q 4B 1F 4F); uno señaló: “En la física, en la química, en la biología, hay mucha experimentación; la producción científica es un proceso, un diálogo continuo, entre observación y experimentación, el cual provoca una teoría; la teoría provoca predicciones si no se verifica se desecha esa teoría y se propone una nueva si las predicciones se confirman sigue esa teoría”.

Por la orientación de las ideas expresadas de tres investigadores (2F 1CN 2Q), los hemos ubicado en el **positivismo lógico**; uno de ellos señaló: “Normalmente la teoría va cambiando, las teorías más sólidas son las que tienen un fuerte soporte experimental; entre más soporte experimental tenga la teoría es mucho más firme y después se va modificando de acuerdo a la tecnología, a la experiencia, a la constante comprobación que está viviendo.”

Ubicamos en el **racionalismo crítico** a dos investigadores (1B 2CN); uno señaló: “En cada disciplina la meta última es desarrollar una teoría que explique todos los fenómenos asociados a ella. La experiencia ha mostrado que esto sólo se logrará por aproximaciones sucesivas; es decir, se desarrollan teorías válidas en ciertos rangos específicos de la disciplina y luego se van verificando, comprobando y validando por la comunidad.”

II.2. Correspondencia con la realidad

Por la orientación de lo que expresó, un investigador (2Q), lo ubicamos en el **empírico inductivo**; él señaló: “El repetir lo que hace la naturaleza, lo que ocurre, nos hemos tardado mucho tiempo en ver qué hacía la naturaleza, pero los

fenómenos están ahí, lo que hacemos es reproducirlos y explicarlos a través de teorías.”

A cinco investigadores (1B 3B 1F 2F 3Q) los ubicamos en el **positivismo lógico**; uno de ellos señaló: “El saber de los fenómenos de la naturaleza, el tener contacto con los procesos naturales y poder explicarlos a través de la observación y la experimentación al elaborar teorías que los expliquen, una correspondencia de la teoría con la realidad a la que explica.” Otro señaló: “El querer conocer la verdad me dio una gran conciencia social; el buscar acercarme más a la verdad me llevó a preguntarme qué es la realidad. Le di respuesta a través de un lenguaje para conocer la naturaleza; entendí que habría errores, incertidumbres, limitaciones, entonces vi que el conocimiento científico es ante todo curiosidad por resolver cosas.”

Las respuestas de dos investigadores (1Q 2M) las consideramos orientadas al **racionalismo**; por ejemplo, uno de ellos expresó: “El conocimiento viene del empezar a reflexionar sobre las teorías ya elaboradas y de ahí empezar a buscar respuestas a los problemas que tienen en la realidad, el conocer otras cosas, el dar respuesta a sus reflexiones, a sus observaciones.”

II.2.1 Grado de certidumbre (posibilidad de verdad)

El grado de certidumbre fue una de las pocas categorías en las cuales se podría señalar que existe una cierta visión en común de los investigadores, ya que las respuestas de la mayoría, en concreto quince investigadores (1A 2A 1B 4B CA 1CN 2CN 1Q 2Q 3Q 4Q 2F 4F 2M 3M), fueron consideradas con orientación hacia el **contextualismo relativista**; uno de los investigadores señaló: “Su trabajo, así como la producción científica existente hasta nuestros días son una expresión, una demostración de que la ciencia no es ahistórica, no objetiva en su totalidad y que debe cumplir con una serie mínima de requisitos tales como son la sistematización, la verificación y la validación por las comunidades científicas.”

III. Naturaleza, estructura y finalidad de la ciencia

En este contexto encontramos que los investigadores entrevistados consideraron que la naturaleza, la estructura y la finalidad de la ciencia tienen las siguientes expresiones:

III.1 Concepción de conocimiento científico

Por la orientación de sus ideas, siete investigadores (1F 4F 1Q 2Q 1B 2B 1CN) fueron ubicados en el **empírico inductivo**; uno de ellos señaló: “El conocimiento científico debe ser comprobable, reproducible en cualquier otro lugar de la tierra; las teorías son su sustento. El conocimiento científico surge de repetir lo que se ha observado que hace la naturaleza.”

En el **racionalismo crítico** tenemos a siete investigadores (2F 3Q 4Q 4B 2CN 1A 2A). Presentamos lo que dos de ellos señalaron; el primero: “Todo conocimiento científico está basado sobre teorías. Trabajamos sobre modelos teóricos. Ese modelo y la teoría no siempre están en concordancia, eso hace que el conocimiento científico y la ciencia avance.” Y otro manifestó: “El conocimiento científico surge de la comprensión de la realidad mediante teorías generales, cuyas predicciones deben ser sometidas a verificaciones experimentales. En cierto sector de la realidad es así como el conocimiento científico se va incrementando en función de un contexto y una comunidad.”

III.2 Concepción de ciencia

III.2.1 Concepciones de ciencia de los investigadores

Las respuestas expresadas por dos investigadores (1Q 3B) lo ubicó en el **empírico inductivo**; uno señaló: “La concepción de ciencia es la de una ciencia sin fronteras, una ciencia universal. La ciencia no es otra cosa más que la verdad de todos los fenómenos naturales.”

La concepción de ciencia de nueve investigadores (1F 2F CA 1B 2B 4B 2Q 4Q 2CN) se consideró dentro del **positivismo lógico**, por considerarlo de gran relevancia. A continuación presentamos lo expresado por tres de ellos:

La ciencia como una actividad basada en el método científico que trata de entender los fenómenos naturales, abarcar todo y entenderlo todo.

Es una ciencia muy disciplinada, muy rigurosa, formal, muy cuantitativa y sujeta a la experimentación.

Lo que hacemos los investigadores es contribuir con aportaciones al conocimiento científico, a la ciencia. Lo realizamos a partir de los programas de investigación y el estudio, ampliando cada vez más la visión y la información que tenemos, el conocimiento se va acumulando conforme nosotros vamos estudiando una y otra vez, mientras más se trabaje con ellos más conocimientos tenemos. El conocimiento es acumulativo.

Por la orientación de sus ideas dos investigadores (1A 2A) fueron ubicados en el **racionalismo**: “Hacemos ciencia pura, no tenemos ninguna aplicación directa. Todo lo que hacemos, descubramos, los resultados que saquemos no tendrán aplicación directa en la sociedad. Somos una ciencia observacional que va de la teoría a la observación y hace predicciones.”

Las respuestas de tres investigadores (4F 1CN 3M), nos permitió ubicarlos en el **contextualismo relativista**; uno señaló: “Mi concepción de ciencia es la creación de nuevos conocimientos, de nuevas herramientas de trabajo, y con ella se va ampliando la teoría; incluso hasta llega a cambiar, no es estática, está en constante cambio. La ciencia se basa en la curiosidad, en preguntar, en la capacidad de asombro, en la creatividad de nuevas ideas, en hacer de la ciencia un modo de vida.”

III.2.2 Tradición científica

Por la orientación de sus ideas, 12 investigadores (1B 2B 3B 4B 1A 2A 1Q 2Q 4Q 2F 4F 1CN) entran en el **empirismo inductivo**; uno señaló: “La tradición que influye en mí es la materialista, como corriente de pensamiento, y en el desarrollo de la ciencia, las aportaciones y los descubrimientos dan lugar posteriormente a las tecnologías.”

III.3 Finalidad: progreso científico

Por su orientación 14 investigadores (1CN 2CN 1Q 2Q 1B 2B 4B 1A 1F 2F 4F 2M 3M CA) fueron ubicados en el **empírico inductivo**; uno de ellos expresó: “El progreso científico consiste en el avance del conocimiento científico y el descubrimiento de nuevas teorías, leyes. Es también la curiosidad por satisfacer las necesidades, de tal manera que se van dando satisfactores más elaborados y complejos. Es la libertad de hacer investigación con la cual se crean nuevos conocimientos, nuevas herramientas para atacar el problema.”

Por la orientación de sus ideas cuatro investigadores (3Q 4Q 3B 2A) fueron ubicados en el **positivismo lógico**; uno de ellos señaló: “El progreso científico es precisamente el ir acumulando conocimientos, y a medida que se van comprobando, se ve la realidad. El trabajo que hacemos a diario es una aportación, una contribución a ese progreso científico.”

III.4 Niveles de organización

En el **empírico inductivo** ubicamos a dos investigadores (1F 3B). Presentamos lo que cada uno señaló:

La ciencia es universal; tiene características muy bien definidas lo que hacemos en el Instituto de Física. A lo largo de esas líneas nosotros no podemos separarnos de lo que es la ciencia, al contrario, tenemos que hacer ciencia, generar conocimiento científico, que es parte del conocimiento universal. Nuestro grupo de investigación sigue las mismas reglas, el mismo protocolo que en

cualquier universidad del mundo, entonces es igual la ciencia que se hace en nuestro instituto.

La ciencia es universal, no tiene fronteras, donde la verdad, se explica a partir de la observación de los hechos y del estudio, producto de ello se encuentran las explicaciones, que son la base de la verdad absoluta de todo los fenómenos naturales.

Por la orientación de las ideas expresadas por dos investigadores (1B 4B) se consideró ubicarlos dentro del **contextualismo relativista**; uno señaló:

Es difícil institucionalizar la ciencia, ya que para su desarrollo es necesario que las instituciones tomen de la ciencia lo que necesiten. La ciencia no puede estar normada por reglas estrictas de comportamiento. La ciencia se hará en todo, se establecen ciertas áreas con toda la libertad. Puede haber proyectos que sean guiados por líneas de investigación, pero son con un fin determinado. Fuera de eso existe la libertad del investigador y recordemos que la ciencia es crear el conocimiento.

III.5 Desarrollo de la ciencia

No se encontró información que diera respuesta a esta categoría

III.6 Criterio de demarcación

No se encontró información que diera respuesta a esta categoría.

III.7 El papel de la comunidad científica

III.7.1 ¿Cambian las teorías?, sí, no, ¿por qué?

En el **positivismo lógico** ubicamos a 13 investigadores (1B 2B 3B 4B CA 1Q 2Q 3Q 4Q 1CN 1F 2F 4F); uno de ellos señaló:

La teoría nunca es perfecta, no son estáticas; las teorías van cambiando. Lo que sucede es que las teorías más sólidas son las que han tenido un fuerte soporte experimental. Entre más grande sea el apoyo experimental, la teoría es mucho más firme y después, claro, se va modificando, y nuestra experiencia nos va dando más elementos que van corrigiendo la teoría anterior.

Tres investigadores (2CN 2M 3M) fueron ubicados dentro del **racionalismo crítico**; uno de ellos señaló: “Toda teoría va cambiando, se va desarrollando y ampliando conforme a las herramientas teóricas que se construyen por aproximaciones sucesivas; esto es, se logran construir teorías validas en ciertos rangos de la disciplina, que luego se van extendiendo o compatibilizando entre si.”

III.7.2 ¿Son compartidas las concepciones de ciencia?

En esta categoría nuevamente se vuelve a presentar una orientación común en las ideas expresadas por 11 investigadores (1Q 2Q 3Q 4Q 1B 2B 3B 4B 1F 2F 2CN) a quienes ubicamos en el **contextualismo relativista**; uno señaló:

La idea que compartimos con algunos investigadores, principalmente con los jóvenes, es que la ciencia no puede estar normada por reglas estrictas de comportamiento; que debe haber una libertad de investigación; que nuestra labor como investigadores es obtener conocimientos científicos nuevos para la ciencia, ya que vemos la ciencia como algo en permanente construcción, sujeta a cambios.

A continuación presentamos dos cuadros: el primero de ellos contiene las respuestas de los investigadores a cada una de las categorías; el segundo, de manera sintética, la frecuencia de respuestas que se dio a cada categoría.

Cuadro 1

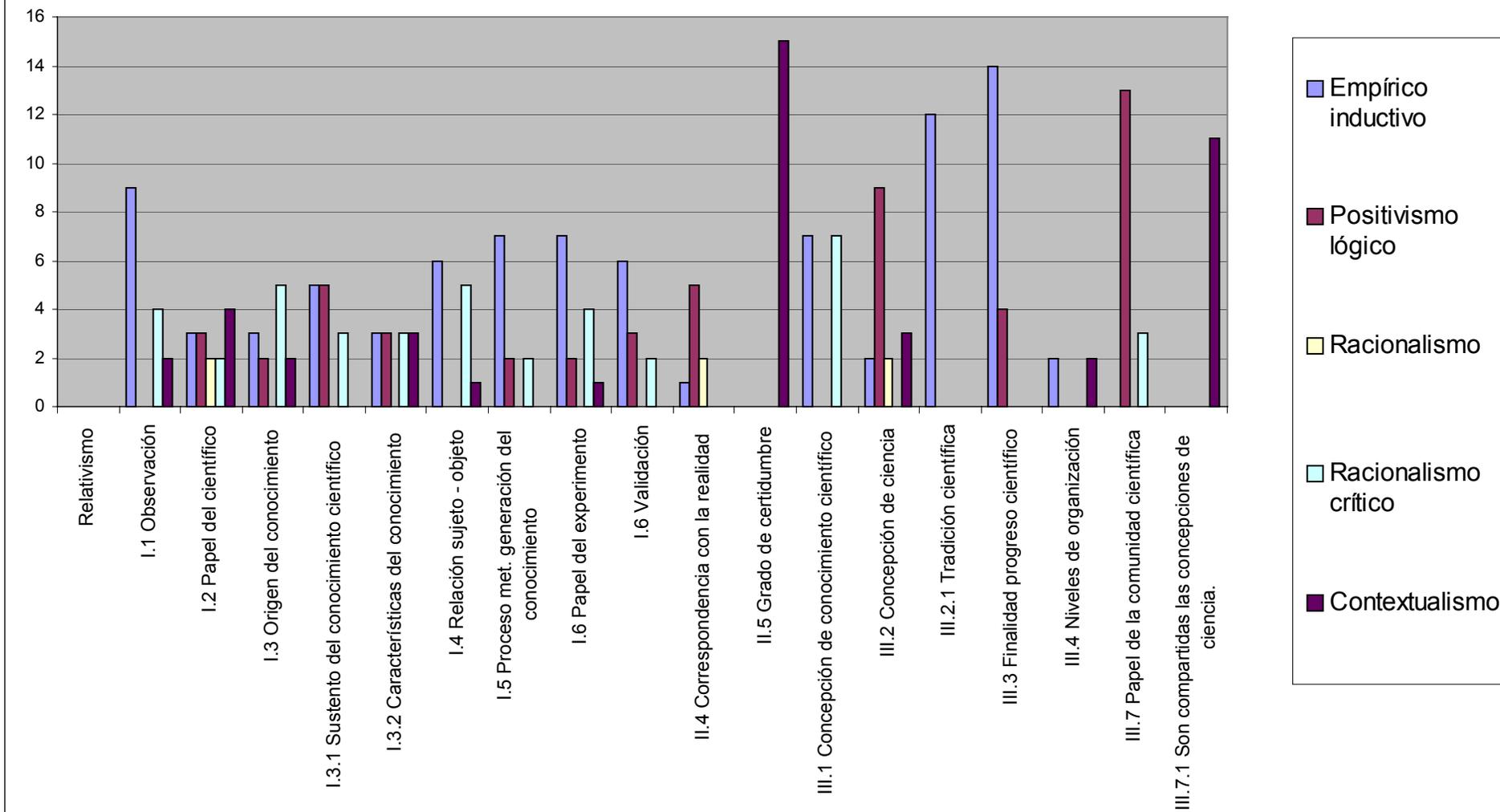
Análisis Global Coordinación de la Investigación Científica

CATEGORÍA	EMPÍRICO-INDUCTIVO	POSITIVISMO LÓGICO	RACIONALISMO	RACIONALISMO CRÍTICO	CONTEXTUALISMO RELATIVISTA
I.1.Observación	1B 3B CA 1Q 2Q 4Q 2A 3M 2F			1A 3Q 2M 2B	1F 4B
I.2.Papel del científico	3B 2A 3Q	2A 2B 1F	4Q CA	2CN 2M	1A 2Q 3M 2F
I.3 Origen del conocimiento	4Q 4B 2F	1A CA		2CN 2M 3B 2Q 3Q	1Q 3M
I.3.1 Sustento del conocimiento científico	1B 1Q 2Q 4Q CA	1F 2F 1A 2ª 4B		3B 2M 2CN	
I.3.2 Características del conocimiento	2Q 4Q 2M	1Q 2F 1ª		2CN 1B 2A	1F 4F 3M
I.4 Relación sujeto-objeto	1B 2B 3B 1Q 2Q 2F			CA 2A 3Q 4Q 2M	4B
I.5 Proceso met. generación del conocimiento	1B 2B 3B CA 1Q 4Q 2ª	2F 3Q		4B 1F	
I.6 Papel del experimento	1B 3B CA 2Q 4Q 1CN 2ª	2CN 1F		2B 4B 3Q 3F	1A
II.3 Validación	1ª 2A 3Q 4B 1F 4F	2F 1CN 2Q		1B 2CN	
II.4 Correspondencia con la realidad	2Q	1B 3B 1F 2F 3Q	1Q 2M		
II.5 Grado de certidumbre					1A 2A 1B 4B CA 1CN 2CN 1Q 2Q 3Q 4Q 2F 4F 2M 3M
III.1 Concepción de conocimiento científico	1F 4F 1Q 2Q 1B 2B 1CN			2F 3Q 4Q 1A 2A 4B 2CN	
III.2 Concepción de ciencia	1Q 3B	1F 2F 1B 2B 4B CA 2Q 4Q 2CN	1A 2A		4F 1CN 3M
III.2.1 Tradición científica	1Q 2Q 4Q 2F 4F 1B 2B 3B 4B 1A 2ª 1CN				
III.3 Finalidad progreso científico	1B 2B 4B 1Q 2Q 1ª 1F 2F 4F 2M 3M CA 1CN	3Q 4Q 3B 2A			

III.4 Niveles de organización	1F 3B				1B 4B
III.7 Papel de la comunidad científica		1B 2B 3B 4B CA 1Q 2Q 3Q 4Q		2CN 2M 3M	
III.7.1 ¿Cambian las teorías? ¿Si, no, por qué?		1CN 1F 2F 4F			
III.7.2 Son compartidas las concepciones de ciencia	Son las de				1Q 2Q 3Q 4Q 1B 2B 3B 4B 1F 2F 2CN

A manera de síntesis de los resultados reportados, podríamos destacar, en primer lugar, que las respuestas de los entrevistados nos permiten presentar un panorama de cuáles son las concepciones epistemológicas de los investigadores de la Coordinación de la Investigación Científica, que se encuentran en el cuadro 1 (análisis global), en el cual incluimos las categorías y en qué enfoque fueron ubicadas las ideas expresadas por los investigadores; posteriormente presentamos una gráfica que nos permite tener una visión de conjunto de los resultados. (ver gráfica 1)

Gráfica 1
Análisis Global
Coordinación de la Investigación Científica

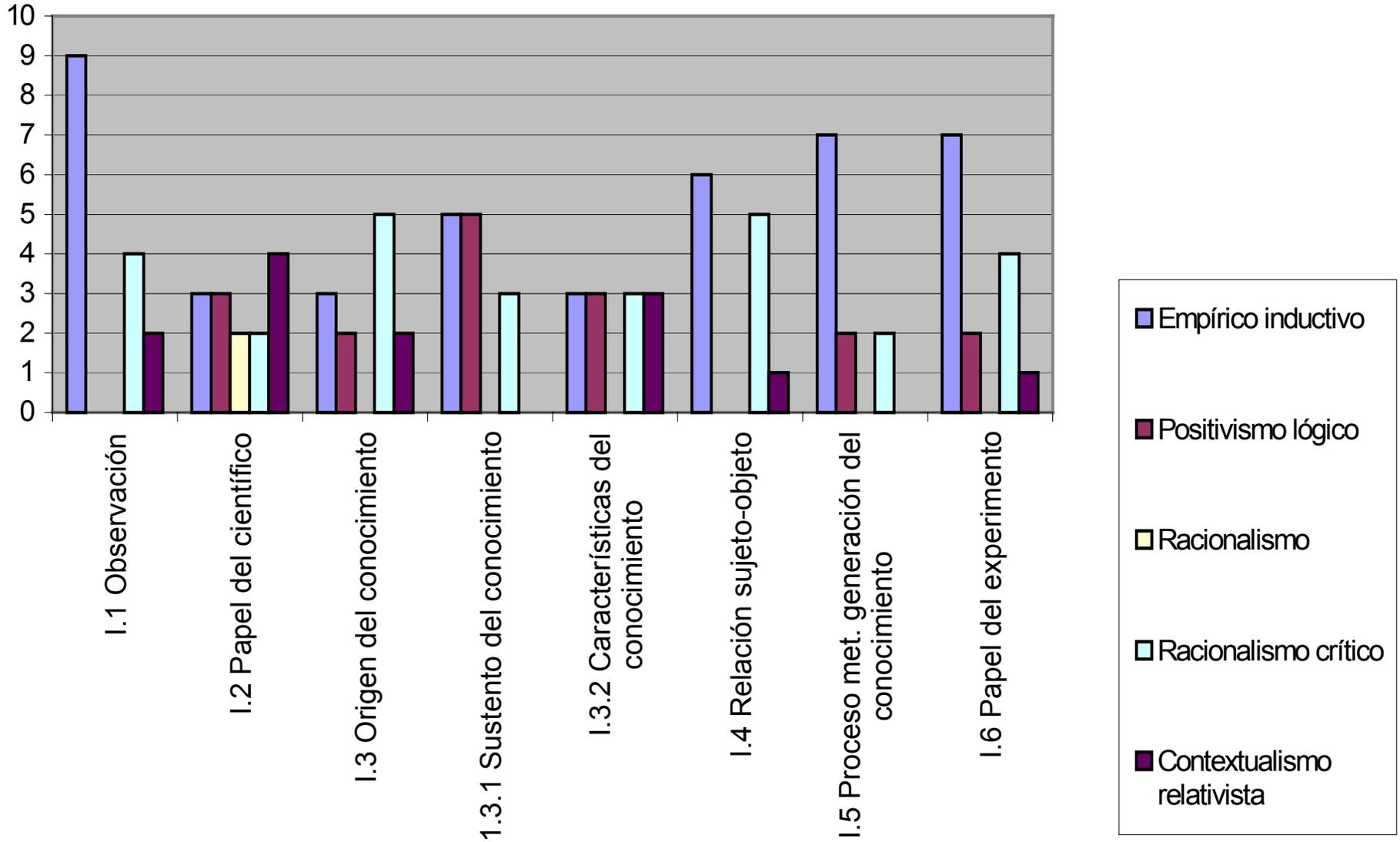


Cuadro 2
Frecuencias Análisis Global
Coordinación de la Investigación Científica

Categoría	Empírico-inductivo	Positivism o Lógico	Racionalism o	Racionalismo Crítico	Contextualismo Relativismo
I.1 Observación	9			4	2
I.2 Papel del científico	3	3	2	2	4
I.3 Origen del conocimiento	3	2		5	2
I.3.1 Sustento del conocimiento científico	5	5		3	
I.3.2 Características del conocimiento	3	3		3	3
I.4 Relación sujeto-objeto	6			5	1
I.5 Proceso met. generación. del conocimiento	7	2		2	
I.6 Papel del experimento	7	2		4	1
I.7 Validación	6	3		2	
II.4 Correspondencia con la realidad	1	5	2		
II.5 Grado de certidumbre					15
III.1 Concepción de conocimiento científico	7			7	
III.2 Concepción de ciencia	2	9	2		3
III.2.1 Tradición científica	12				
III.3 Finalidad progreso científico	14	4			
III.4 Niveles de organización	2				2
III.7 Papel de la comunidad científica		13		3	
III.7.1 Son compartidas las concepciones de ciencia					11
Totales	87	51	6	40	44

En segundo lugar, consideramos importante señalar que las respuestas de los investigadores no son en uno solo de los enfoques; por el contrario, como podemos ver en la gráfica 2 se presentan en un constante cambio, como producto de una actividad científica cotidiana que no ha posibilitado la reflexión y concientización de sus concepciones, imágenes y compromisos epistemológicos.

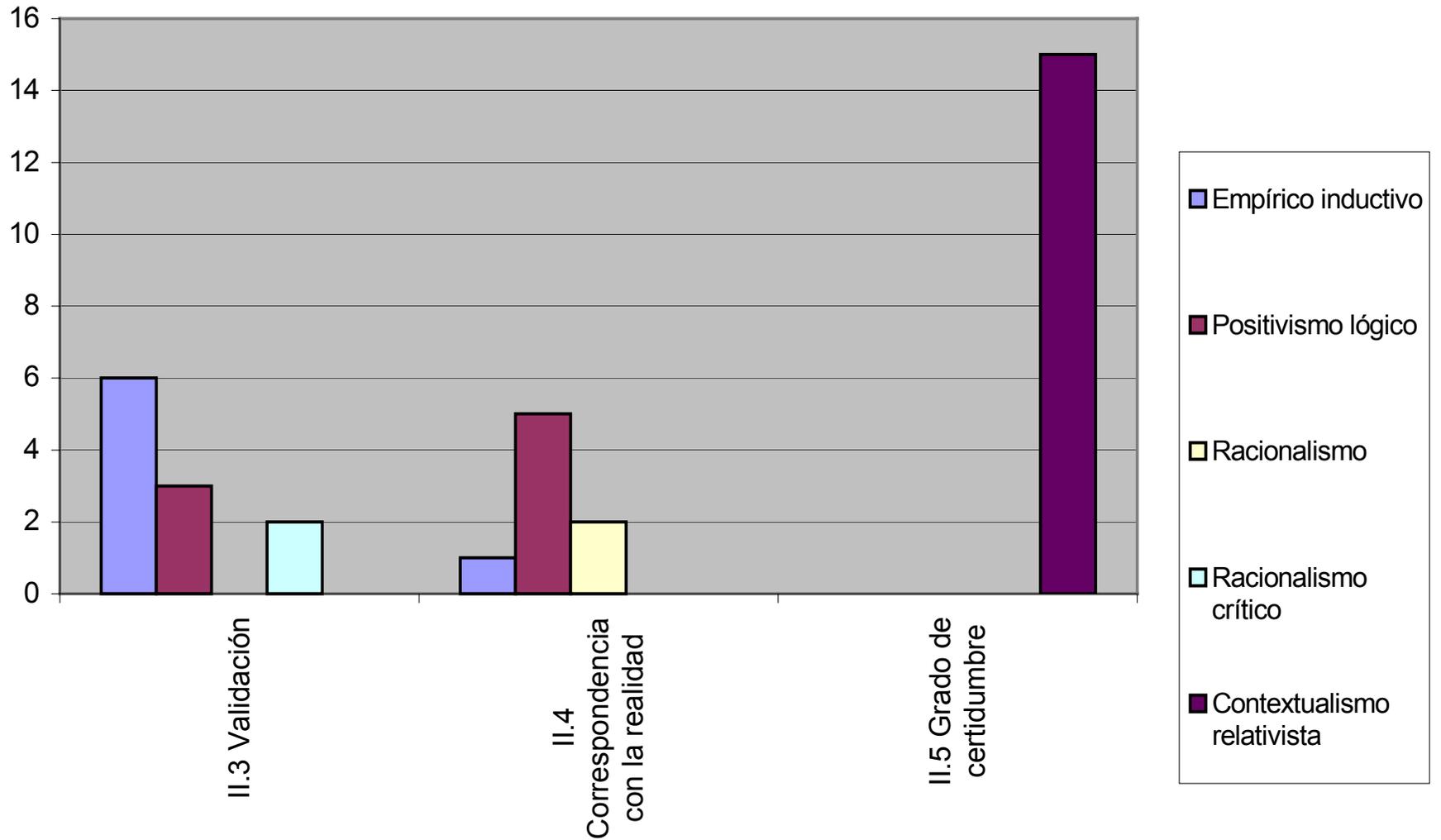
Gráfica 2
Contexto de descubrimiento
Coordinación de la Investigación Científica



Asimismo es procedente señalar que no se encontraron diferencias significativas en relación con las concepciones de ciencia en las poblaciones entrevistadas al interior de la Coordinación de la Investigación Científica, ya que la mayoría de sus respuestas se encuentra en el empírico-inductivo (87), sus concepciones de ciencia en el positivismo lógico (9) y su concepción de conocimiento científico oscila entre el empirismo inductivo y el racionalismo crítico.

En tercer lugar, es conveniente resaltar aquellas ideas expresadas por los investigadores, que nos llevan a pensar en que existen algunas respuestas que podríamos considerar contradictorias, por ejemplo: el grado de certidumbre fue una de las pocas categorías en las cuales se pueda decir que existe una cierta visión en común entre los investigadores. Dieciséis fueron considerados dentro del **contextualismo relativista**; uno señaló, por ejemplo: “Su trabajo, así como la producción científica existente hasta nuestros días son una expresión, una demostración de que la ciencia no es ahistórica, no objetiva en su totalidad y que debe cumplir con una serie mínima de requisitos tales como son la sistematización, la verificación y la validación por las comunidades científicas.”

Gráfica 3
Contexto de justificación
Coordinación de la Investigación Científica



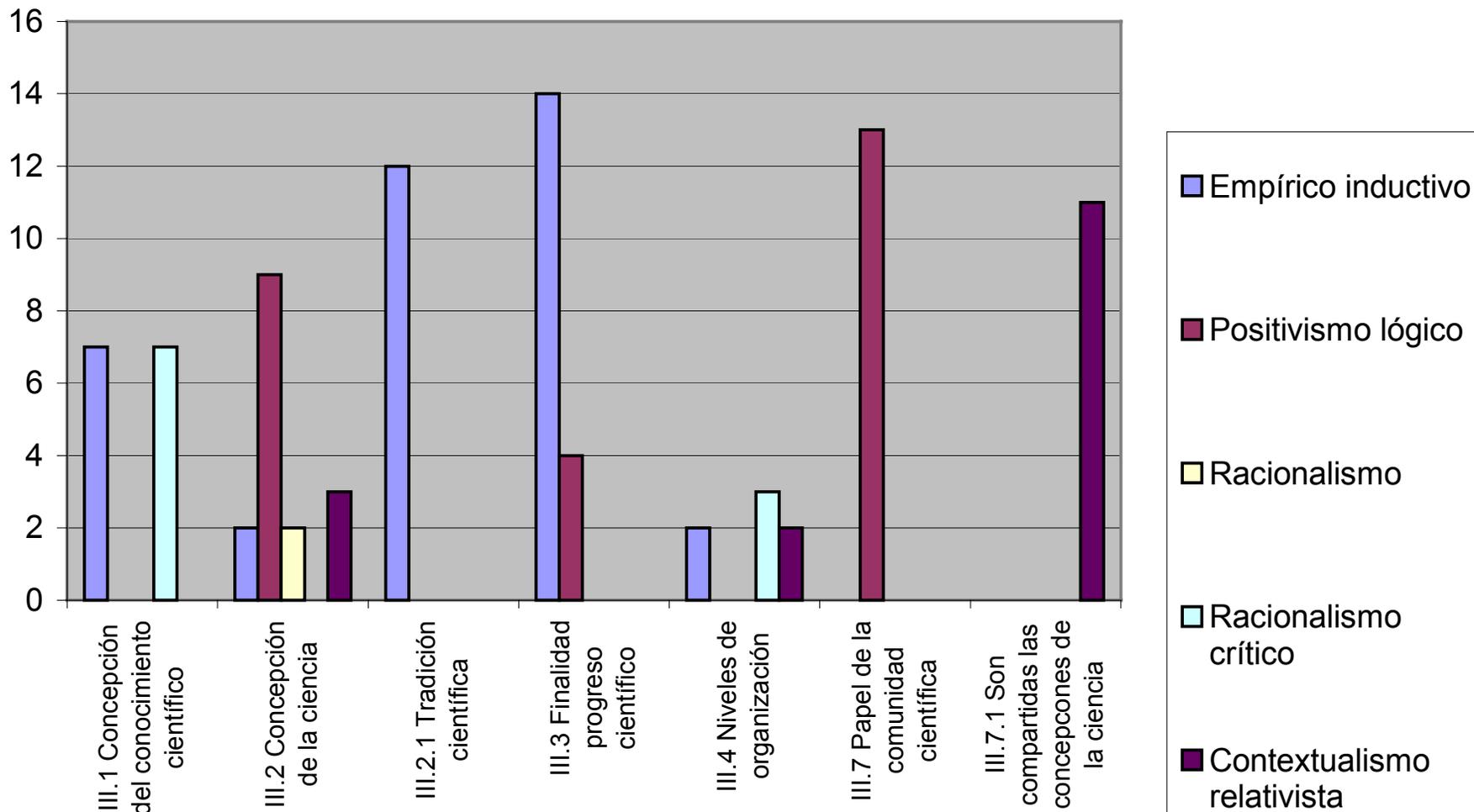
Estos argumentos son un planteamiento distinto a lo señalado por los investigadores en las anteriores respuestas, lo cual nos permite ver una dicotomía en las concepciones de ciencia, por ejemplo, las ideas de algunos que fueron ubicadas en el **empírico inductivo**; uno de ellos dijo: “La concepción de ciencia es la de una ciencia sin fronteras, una ciencia universal; la ciencia no es otra cosa más que la verdad de todos los fenómenos naturales [por otro lado] la ciencia como una actividad basada en el método científico que trata de entender los fenómenos naturales abarcan todo y entenderlo todo.

Para ratificar la dicotomía citamos otras respuestas. Por la orientación de las ideas expresadas por 14 investigadores, se considero que el enfoque en el que se podrían ubicar es el **empírico inductivo**; uno de ellos expresó:

El progreso científico consiste en el avance del conocimiento científico y el descubrimiento de nuevas teorías, leyes; es también la curiosidad por satisfacer las necesidades, de tal manera que se van dando satisfactores más elaborados y complejos. Es la libertad de hacer investigación, con la cual se crean nuevos conocimientos nuevas herramientas para atacar el problema.

Con lo citado, podemos ver que aunque en el nivel de certidumbre señalan que su trabajo, así como la producción científica son una expresión, una demostración de que la ciencia no es ahistórica, no es objetiva en su totalidad y debe cumplir con una serie mínima de requisitos tales como son: la sistematización, la verificación y la validación por las comunidades científicas. Cuando expresaron su concepción de ciencia dieron una visión diferente, empirista o positivista, lo cual es contrastante con el grado de certidumbre. (ver gráfica 4)

Gráfica 4
 Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia
 Coordinación de la Investigación Científica



Por otro lado, dos investigadores (1A 2A), según su concepción de ciencia, fueron ubicados en el **racionalismo**; ellos señalaron:

Hacemos ciencia pura, no tenemos ninguna aplicación directa, todo lo que hacemos, descubramos, los resultados que saquemos no tendrán aplicación directa en la sociedad. Somos una ciencia observacional que va de la teoría a la observación y hace predicciones.

La ciencia es observacional. Existe un diálogo continuo entre la observación y la teoría; la teoría provoca predicciones, se verifican y si ésta no se da, se proponen nuevas teorías para que el conocimiento avance.

Dicho lo cual está en contraposición a lo expresado en la relación sujeto-objeto, cuando expresan: “El científico sólo puede estudiar lo tangible, lo que se puede observar, lo que proporciona datos y de ahí se puede llegar a predecir lo que puede suceder en cuanto a un proceso, pero sólo a partir de los datos tangibles.” Y el segundo manifestó: “El conocimiento científico es el mismo aquí y en China, ya que surge del experimento, de la observación y de crear modelos, probarlos y predecir, de ahí regresar a las preguntas de investigación.”

Y reafirmamos esta dicotomía con las siguientes respuestas:

La experimentación y la reproducción son las bases de la ciencia, del conocimiento científico, el trabajo experimental, cada paso, cada etapa, cada evento es un conocimiento que se está descubriendo, que se está adquiriendo; se aplican y enriquece los conocimientos, ya que es el trabajo experimental lo que va a dar lugar a todo este proceso que es la ciencia.

A continuación presentamos algunos de los aspectos que señalaron más y que nos permiten visualizar algunas propuestas que consideran influyen para la

formación del científico y el desarrollo de su actividad científica; éstos son: un gran deseo de conocer la verdad, de explicar la realidad, de encontrar satisfactores a las necesidades, así como la capacidad de asombro y la curiosidad como herramientas que los ha llevado a formularse preguntas personales que a su vez se transforman en preguntas científicas; y el buscar las respuestas les ha permitido enunciar las características de los campos de conocimiento y el carácter predictivo de la ciencia.

Es importante destacar también que los investigadores insisten en que no existe un método científico único, que sea explícito, si bien se da paso a una serie de procedimientos, sin que tengan forzosamente una secuencia rígida

Lo antes expuesto nos permite destacar cómo las concepciones de los investigadores no presentan continuidad, sino que tienen contradicciones, dicotomías, y quizá esto nos hable de la ausencia de un ejercicio continuo de reflexión sobre su quehacer, actividad que consideramos de gran trascendencia, debido, entre otras causas, al impacto e influencia de su quehacer en los alumnos y colegas. Tal vez podríamos considerar que una tarea inaplazable de la actividad universitaria es el promover el análisis, la reflexión de los quehaceres universitarios, de tal manera que nos permita conocer el impacto que tiene la relación ciencia-universidad-sociedad, para el impulso y promoción de la investigación y enseñanza de la ciencia y, por lo tanto, en el progreso científico.

Asimismo, al analizar los resultados, a la luz del capítulo 2, “Reseña de investigaciones en el ámbito de la educación de la ciencia”, podríamos aventurar una hipótesis: los estudios con investigadores son prácticamente inexistentes debido a que, por tradición, se han considerado los académicos más inaccesibles, por su gran carga de trabajo; sin embargo, a lo largo del proceso de este trabajo hemos encontrado que la mayoría son sumamente colaboradores y respetuosos del quehacer de los demás. Pudimos constatar esto en la generosidad demostrada con sus saberes; al compartirlos con personas ajenas a su campo de

conocimiento; en la puntualidad en sus citas; en la manera en la que se expresan de su quehacer, del compromiso que tienen y viven cotidianamente en sus espacios de investigación; por la gran pasión que representa para ellos participar en la construcción cotidiana de esta Máxima Casa de Estudios. Pudimos recuperar todos estos aspectos gracias a los entrevistados y, principalmente, a aquellos que han pasado su vida académica en los espacios universitarios. Nos referimos a los Testigos Memoriosos entre otros.

4.2 Análisis global de información por categorías de la Coordinación de Humanidades

A continuación presentaremos un análisis global de la información que surge del procesamiento de datos por categoría, de la misma forma que el estudio anterior.

El análisis se llevó a cabo en los siguientes momentos: en el primero se analizó cada una de las 10 entrevistas en un cruce con el cuadro (2 del capítulo 3) de Concepciones Epistemológicas, estudiando las 24 respuestas a través de las categorías; en el segundo se analizó el procesamiento de las respuestas y se buscó los aspectos en los que coincidían los investigadores para agrupar sus respuestas en las diferentes categorías. Se hizo también un análisis por dependencia y uno por cada uno de los 10 investigadores entrevistados.

Para el procesamiento de datos elaboramos un cuadro (12 de capítulo 3) de concentración de datos en el cual, de acuerdo con las entrevistas, se presentan las categorías y se ubica en qué concepción epistemológica están los investigadores.

Para el análisis global que presentamos fue necesario estudiar las entrevistas, cómo cada una de las respuestas se relacionaba con la categoría en cuestión, de tal manera que se pudiera obtener su frecuencia. Posteriormente, seleccionamos

las ideas expresadas por un investigador para ejemplificar por qué se les da esa ubicación.

Antes de presentar los resultados considero conveniente mencionar que los investigadores no dieron respuesta a todas las preguntas y, en algunos casos, las respuestas proporcionadas no fue posible clasificarlas debido a que las respuestas proporcionadas no daban la información requerida.

I. Contexto de descubrimiento

Es en este contexto, donde los investigadores expresaron más ideas, lo cual podemos constatar a partir de sus respuestas, al concebir una ciencia en constante creación, transformación y cambio.

I.2 Papel del científico

A partir de la orientación de sus ideas, dos investigadores (L1 IN) fueron ubicados en el **empírico inductivo**; uno dijo: El papel del científico es el de conocer el objeto de conocimientos a partir de analizar e interpretar, y producto de esto llegar a conclusiones”, otro: “Yo divido la historia latinoamericana en grandes épocas en donde, empezando por el descubrimiento de América, entonces hago un análisis de textos [...] son textos que tienen gran importancia capital, y hago un nuevo análisis de diferentes posturas para llegar a conclusiones muy distintas con relación [...] a la historia de América Latina, yo no invento, analizo los textos”.

A siete investigadores (F1 F2 F3 S1 E1 E2 L2) los ubicamos en el **contextualismo relativista**; uno señaló:

Generalmente entendemos por ciencia y por conocimiento científico ideas muy variadas que no obedecen a una sola concepción, sino que dependen de muchas distintas concepciones de la ciencia, según las direcciones de la investigación que se esté

haciendo, y por otra parte según las metodologías científicas que se presentan en uno u otro caso.

I.3 Origen del conocimiento

Por la orientación de las ideas expresadas, un investigador (IN) fue ubicado en el **racionalismo**; señaló: “Como historiador es la reconstrucción a partir de ir a los hechos, a la experiencia [...] Lo que a mí me interesa son ciertos problemas que ya vienen planteados en términos teóricos, ciertas preguntas y ciertas teorías en el origen de toda esta preocupación histórica.”

Por las respuestas expresadas y la orientación de sus ideas tres investigadores (F2 E1 L2) fueron ubicados en el **contextualismo relativista**; uno dijo lo siguiente: “El desarrollo de cualquier área, de cualquier sistema de creencias que se desarrolle, y uno sienta la necesidad como de investigar o de dar respuesta y todo sale con una pregunta, ahí está el origen. El conocimiento científico es una forma de dar cuenta del mundo, de la historia, tanto físico como de las ideas”.

I.3.1 Sustento del conocimiento científico

Dos investigadores (L1 IN) fueron ubicados en el **racionalismo**; uno expresó: “Las bases del conocimiento son, en primer lugar, un enfoque histórico. Yo reconstruyo casi en forma arqueológica y entonces veo que el pensamiento histórico y el económico se encuentran ligados”.

Seis investigadores (F1 F2 F3 E1 E2 L2) fueron ubicados en el **contextualismo relativista**; uno señaló:

No hay una única manera de hacer ciencia. La misma idea de ciencia ha evolucionado porque han evolucionado sus maneras de investigar y de preguntarle a la naturaleza, sacar la información, entonces los mismos métodos es algo que ha evolucionado y en las distintas disciplinas, claro que hay distintas formas de investigar, pero bueno, en general,

el que propone hipótesis se propone respuestas tentativas. No hay un solo conocimiento científico, hay muchos conocimientos científicos de muy distintos tipos, con muy diferentes direcciones, que buscan muy distintos fines.

I.3.2 Características del conocimiento científico

Por la orientación de las ideas expresadas tres investigadores (E2 L1 IN) fueron ubicados en el **positivismo lógico**; uno de ellos señaló: “Las características del conocimiento científico son las del conocimiento científico positivista: la verificabilidad, objetividad, la validación”.

A seis investigadores (F1 F2 F3 S1 E1 L2) los ubicamos en el **racionalismo crítico**; uno señaló:

El criterio para distinguir lo que es científico de lo que no es científico es que se pueda poner a prueba contra la experiencia que se pueda contrastar y eso quiere decir sacar consecuencias de una hipótesis. Si la hipótesis es buena qué tendría que pasar en ciertas circunstancias, y se ve si se obtiene experimentalmente lo que se había predicho con base en la hipótesis. Si coincide, pues es un caso que confirma, si no coincide, ahí hay un conflicto entre teoría y experiencia. Y para ello se requiere de una comunidad científica, y para ello un contexto, una masa crítica, condiciones y muchos recursos intelectuales, económicos.

I.4 Relación sujeto-objeto

En esta categoría tenemos a dos investigadores (L1 IN) en el **racionalismo**; uno de ellos señaló “Mi punto de partida son ciertas preguntas teóricas, cuando es la formulación de mi proyecto de investigación [...] son preguntas que vienen más de las políticas o las teorías del desarrollo y vienen más del ámbito de la sociología del desarrollo”.

A siete investigadores (F1 F2 F3 S1 E1 E2 L2), los ubicamos en el **contextualismo relativista**; uno señaló:

El papel del científico depende mucho de las propias comunidades científicas y obviamente desde el punto de vista de la persona y la institución que está tratando de impulsar el desarrollo científico. La ciencia es una empresa tan compleja, no la puedes hacer estudio de una sola disciplina, no sólo la filosofía, la historia de la ciencia, con lo que es importantísimo para entender el fenómeno científico, cómo se ha desarrollado, y los filósofos tratan de proponer modelos justamente de cómo se han desarrollado las teorías mismas. Lo que queremos es explicar el mundo, siendo nuestras maneras de investigar, aprendemos, sino aprendemos a aprender y a cómo investigar.

I.5 Procesos metodológicos para la generación del conocimiento

En la categoría de procesos metodológicos tenemos a un investigador (L1) en el **racionalismo**, quien expresó lo siguiente: “ Yo divido la historia latinoamericana en grandes épocas, empezamos con el descubrimiento de América, entonces hago un análisis de textos [...] un análisis de diferentes posturas para llegar a conclusiones muy distintas con relación a la época que estoy estudiando. Es algo totalmente diferente a lo que se venía realizando.”

A dos investigadores (S1 IN) los ubicamos en el **racionalismo crítico**; uno dijo “Fundamentalmente la parte de la investigación básica, sobre todo en las ciencias exactas y naturales, pues no hay forma de avance del conocimiento si no hay una teoría central o un esbozo de teoría que se va a probar a lo largo del proceso de investigación para ir avanzando a forjar material empírico, probar o desechar esa teoría y crear un nuevo paradigma científico para que la ciencia pueda avanzar”.

I.5.1 Concepciones de los maestros influyen en los alumnos

En esta categoría abundamos en la pregunta: ¿Considera que las imágenes de ciencia de los profesores, investigadores, influyen en los alumnos?

Por la orientación de las ideas de seis investigadores (F1 F2 F3 E1 E2 L2), los ubicamos en el **contextualismo relativista**; uno señaló:

Sí es curioso, pero los científicos, incluso los de primera línea, tienen una concepción un poco estereotipada de lo que ellos hacen; distorsionada; como de manual del método científico; como que es curioso que cuando los científicos hablan sobre lo que hacen, aunque sean científicos muy brillantes, pues a veces dicen cosas muy ingenuas, o como que tienen una imagen muy estereotipada de su misma visión.

I.6 Papel del experimento

Por la orientación de las ideas expresadas en esta categoría, por un investigador (S1), lo ubicamos en el **positivismo lógico**; señaló: “En la investigación científica aplicamos rigurosamente el método científico, probar las hipótesis generalmente de la investigación empírica, claro que en el campo nuestro también se utiliza mucho la investigación especulativa o teórica, básica y en ese sentido se está forjando teoría del conocimiento”.

Por la orientación de las ideas de tres investigadores (F1 F2 E1), los ubicamos en el **racionalismo crítico**; uno señaló:

Hay distintas formas de investigar, pero en general los que se proponen hipótesis se proponen respuestas tentativas, conjeturas; se sacan de ahí, digamos, predicciones, y vemos si se cumplen o no; es como el esquema de lo que se llama el método científico, pero ya la forma específica que adopta esa manera de ver si la conjetura que estamos proponiendo y la hipótesis como respuesta solución a la pregunta inicial, si es una buena respuesta o no ése es el proceso de contrastación de poner a prueba una hipótesis contra evidencia.

II. Contexto de justificación

II.1 Validación

Por la orientación de las ideas expresadas ubicamos a seis investigadores (F1 F2 F3 S1 E1 E2) en el **racionalismo crítico**; uno señaló:

No importa cómo se le ocurrió a un científico formular una hipótesis, lo que importa es cómo la valida ante la comunidad de expertos, de sus colegas, pero esa distinción como que divide el proceso de investigación en dos partes muy estancos y en realidad es un proceso, y entonces están muy mezclados los aspectos que se llaman heurísticos, la teoría de la argumentación o la teoría de la lógica de la argumentación nos trata de investigar en general cuáles son los requerimientos formales generales que puede tener un conocimiento para cumplir con los criterios heurísticos, de dirigir nuestras preguntas y nuestra investigación, ya que cualquier conocimiento tiene que estar dirigido heurísticamente.

II.2 Correspondencia con la realidad

Por la orientación de las ideas expresadas por cinco investigadores (F1 F2 F3 E1 L2), los ubicamos en el **contextualismo relativista**; uno dijo: “Cualquier búsqueda de conocimiento empieza con una pregunta. Ahora que eso no es exclusivo de la ciencia, porque hay muchas maneras de responder ciertas preguntas. Sin embargo el desarrollo de la investigación científica es un complejo proceso de institucionalización donde los científicos buscan dar respuesta a las necesidades que como sujetos tenemos”.

II.3 Grado de certidumbre posibilidad de verdad

Por la orientación de las ideas expresadas en esta categoría ubicamos a cuatro investigadores (F1 F2 F3 E1) en el **racionalismo crítico**; uno señaló:

Hablar de epistemología es hablar de una cierta concepción de conocimiento y de ciencia, y aquí entra la reflexión filosófica sobre el conocimiento. Una aproximación que pretende acercarse a enunciados verificables es una cosa que todo conocimiento, llamémosle científico, pretende. Este criterio es muy variable, aproximación a enunciados que pueden acercarse a enunciados verificables a una aproximación a la verdad. Estoy hablando en términos relativos. Estoy hablando de aproximación a la verdad.

III. Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia

III.1 Concepción de conocimiento científico

Por la orientación de las ideas expresadas, a un investigador (S1) lo ubicamos en **positivismo lógico**; señaló: “El conocimiento científico está sujeto a ciertas normas, teoría-comprobación, está ceñido a leyes científicas, produce leyes científicas” (S1).

III.2 Concepción de ciencia

En esta categoría abordaremos dos aspectos: la concepción de ciencia y la tradición científica y finalidad progreso científico, donde encontraremos que es una categoría en la que coinciden cuatro investigadores (F2 S1 E1 L2), lo cual resulta por demás interesante si consideramos que son pocas las respuestas dadas por más de tres.

III.2.1 Concepción de ciencia

En el **contextualismo relativista** tenemos seis investigadores (F1 F2 F3 S1 E1 L2); uno señaló:

La ciencia es una empresa muy compleja, digamos con muchísimos agentes que convergen en muchos aspectos. Tiene muchos aspectos distintos: los conceptuales, los conceptos de justificación o validación de las hipótesis de las ideas científicas; pero otro

aspecto muy importante es cómo van evolucionando incluso los mismos criterios con los que evaluamos, lo que cuenta como una buena teoría científica y eso es cuando ya incluso se modifica la manera de concebir un campo de investigación. No nos podemos encerrar en una sola concepción de ciencia.

III.2.2 Tradición científica

Por la orientación de sus ideas cuatro investigadores (F2 S1 E1 L2) fueron ubicados en el **contextualismo relativista**; uno señaló:

La tradición científica viene de sus maestros y su desarrollo profesional, y que hay como una tradición previa en la que uno está parado y desde ahí se da el desarrollo, entonces entran las creencias, hipótesis la manera en las que manipulamos los objetos, las prácticas, los intereses, hay elementos sociales que ejercen una presión para resolver esos problemas. La idea misma de ciencia ha evolucionado sus maneras de investigar y de preguntarle a la naturaleza, sacar la información, entonces los mismos métodos es algo que ha evolucionado y en las distintas disciplinas hay distintas formas de investigar.

III.3 Finalidad progreso científico

Por la orientación de las ideas expresadas ubicamos en el **contextualismo relativista** a cinco investigadores (F1 F2 S1 E1 L2); uno de ellos señaló:

Para hablar del progreso científico es necesario acotarlo a una disciplina y, entonces, por una disciplina en particular que se constituye en un conjunto de valores que en un determinado momento los practicantes de esa disciplina han realizado, que el progreso es como un incremento en nuestra capacidad de resolver problemas. Creo que es una respuesta muy general.

III.4 Niveles de organización

Por la orientación de las ideas expresadas dentro de esta categoría ubicamos en el **contextualismo relativista** a cuatro investigadores (F1 F2 F3 E1); uno señaló:

Son fenómenos muy complejos, porque por una parte están los problemas que tienen que ver con las concepciones, no tanto de lo que es la ciencia, sino de los sistemas de investigación científica, hechos de investigación aislados donde no hay un proyecto; entonces podemos ver los sistemas de ciencia como complejos donde son necesarios todos los aspectos, le llaman la investigación básica, le llaman aplicada; no se puede dar lo uno sin lo otro, digamos, eso es un tipo de aspecto. Hay quienes no se dan cuenta de eso, empiezan en la investigación básica que ya se da por sí y luego viene la innovación tecnológica, y así vienen los problemas institucionales de resistencia al cambio.

III.5 Desarrollo de la ciencia

Aquí ubicamos en el **racionalismo** a un investigador (S1), quien expresó:

En nuestro campo se utiliza mucho la investigación especulativa o teórica básica y en ese sentido se está forjando teoría del conocimiento. Luego la parte de la investigación empírica, en las ciencias sociales, en las humanidades, pues tratamos con base en la investigación de la realidad, en este momento histórico y etapas anteriores, buscar confirmar ciertas teorías, ciertas hipótesis de trabajo o simplemente aportar más datos al conocimiento.

III.6 Criterio de demarcación

Por la orientación de las ideas expresadas ubicamos en el **positivismo lógico** a un investigador (S1):

El método científico es el mismo y se aplica de acuerdo a las necesidades de cada disciplina. La historia maneja ciertos materiales, la sociología otros, la pedagogía otros o tiene como sujetos de estudio a otros, pero en fin, siempre es la sociedad a la que estamos estudiando nosotros, las ciencias sociales, y las humanidades, es la sociedad la que nos interesa. A nuestros colegas de aquellas áreas les interesa la naturaleza propiamente y los fenómenos que tiene que ver con la naturaleza, y en muchos

momentos tienen que tocar la sociedad, sobre todo la biología, no pueden estudiarla separada de la sociedad.

III.7 Papel de la comunidad científica

Considera que las concepciones de ciencia que posee son compartidas por los investigadores con los que trabaja.

La epistemología o teoría del conocimiento es justamente una disciplina crítica que se pregunta estas cosas que estamos diciendo: en qué consiste un enunciado, un conocimiento con características que los acerque a la comprobación y a la verdad, y en qué consiste un método, un sistema metodológico para llevar a cabo esta racionalización y saber lo que es la ciencia. Las respuestas fueron de esta índole, lo cual dificultó el poder ubicarlas en alguno de los enfoques.

III.7.1 Son compartidas las concepciones de ciencia

A esta pregunta los investigadores contestaron que no se puede afirmar ni negar, debido a que la mayoría no conoce las concepciones de sus colegas en lo general; que hay ocasiones en que no saben qué están investigando.

Cuadro 3

Análisis Global
Coordinación de Humanidades

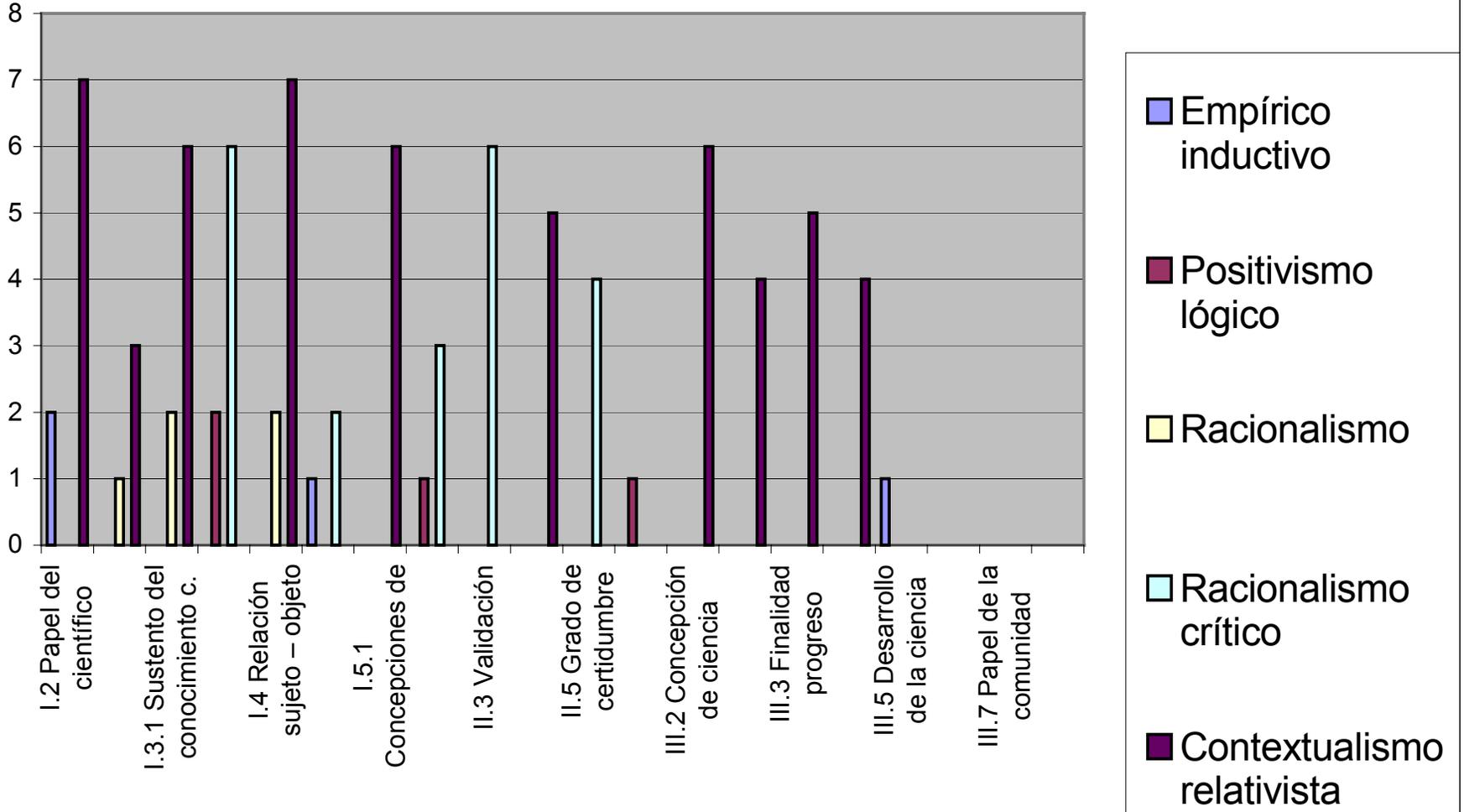
Categoría	Empírico-Inductivo	Positivismo lógico	Racionalismo	Racionalismo o crítico	Contextualismo relativista
I.2 Papel del científico	L1 IN				F1 F2 F3 S1 E1 E2 L2
I.3 Origen del conocimiento			IN		F2 E1 L2
I.3.1 Sustento del conocimiento c.			L1 IN		F1 F2 F3 E1 E2 L2
I.3.2 Características del conocimiento científico		E2 L1		F1 F2 F3 S1 E1 L2	
I.4 Relación sujeto-objeto			L1 IN		F1 F2 F3 S1 E1 E2 L2
I.5. Proceso metodológico generación conocimiento			L1	S1 IN	
I.5.1 Concepciones de los maestros influyen en los alumnos					F1 F2 F3 E1 E2 L2
I.6 Papel del experimento		S1		F1 F2 E1	
II.3 Validación				F1 F2 F3 S1 E1 E2	
II.4 Correspondencia con la realidad					F1 F2 F3 E1 L2
II.5 Grado de certidumbre				F1 F2 F3 E1	
III.1 Concepción de conocimiento científico		S1			
III.2 Concepción de ciencia					F1 F2 F3 S1 E1 L2
III.2.1 Tradición científica					F2 S1 E1 L2
III.3 Finalidad progreso científico					F1 F2 S1 E1 L2
III.4 Niveles de organización					F1 F2 F3 E1
III.5 Desarrollo de la ciencia			S1		
III.6 Criterio de demarcación		S1			
III.7 Papel de la comunidad científica					
III.7.1 Son compartidas las concepciones de ciencia					

Cuadro 4

Frecuencias Análisis Global
Coordinación de Humanidades

Categoría	Empírico- Positivismo		Racionalismo	Racionalismo	Contextualismo
	inductivo	lógico		crítico	relativista
I.2 Papel del científico	2				7
I.3 Origen del conocimiento			1		3
I.3.1 Sustento del conocimiento c.			2		6
I.3.2 Características del conocimiento		2		6	
I.4 Relación sujeto-objeto			2		7
I.5 Proceso metodológico para la generación del conocimiento			1	2	
I.5.1 Concepciones de los maestros influyen en los alumnos					6
I.6 Papel del experimento		1		3	
II.3 Validación				6	
II.4 Correspondencia con la Realidad					5
II.5 Grado de certidumbre				4	
III.1 Concepción de conocimiento c.		1			
III.2 Concepción de ciencia					6
III.2.1 Tradición científica					4
III.3 Finalidad progreso científico					5
III.4 Niveles de organización					4
III.5 Desarrollo de la ciencia		1			
III.6 Criterio de demarcación			1		
III.7 Papel de la comunidad científica					
III.7.1 Son compartidas las concepciones de ciencia.					
Totales	2	5	7	21	53

Gráfica 5
 Distribución de Frecuencias
 Análisis global
 Coordinación de Humanidades



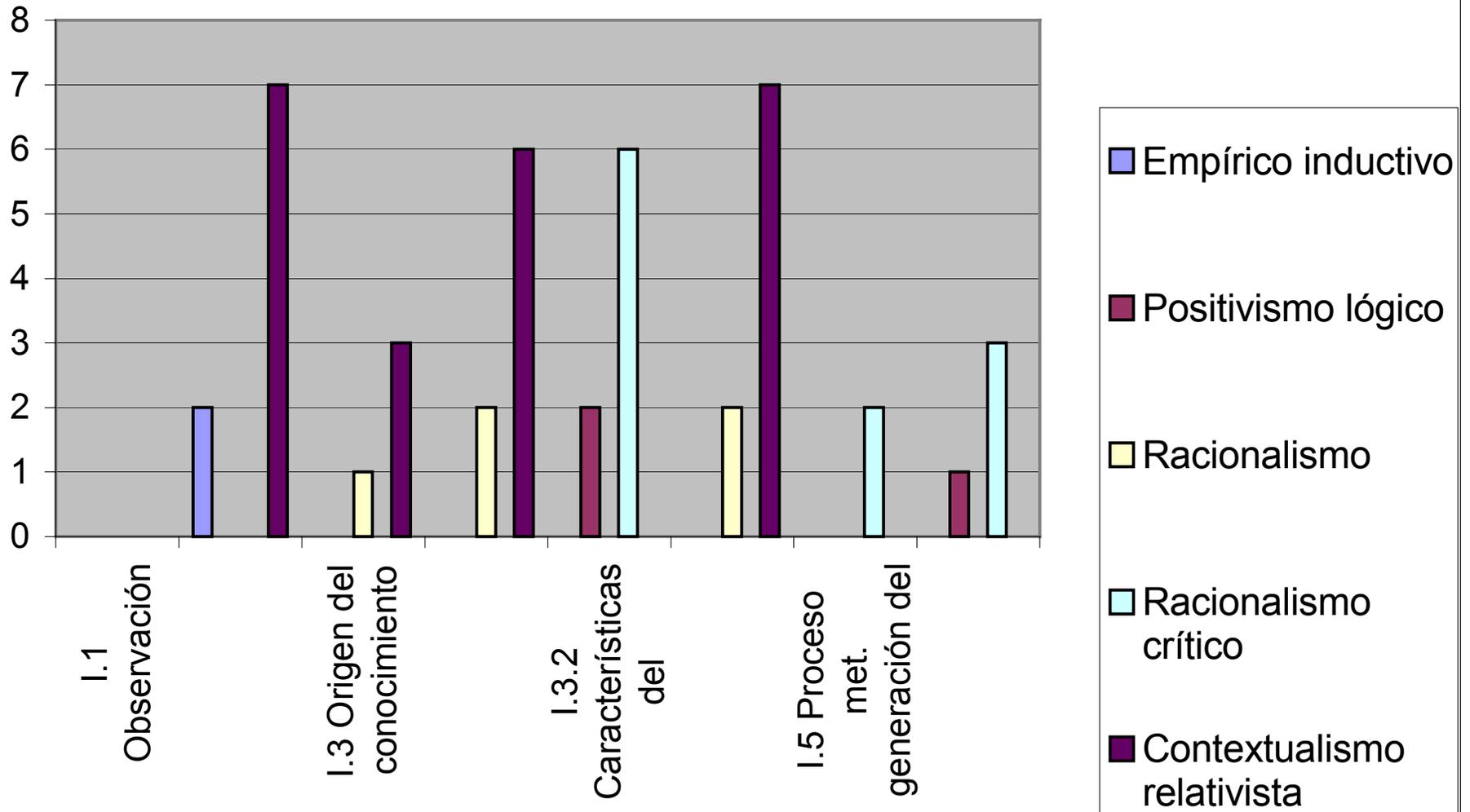
Un análisis de las respuestas de los investigadores nos permite ver las concepciones de los investigadores entrevistados en la Coordinación de Humanidades; en primer lugar podemos destacar que las concepciones del papel del científico, la relación sujeto-objeto, se encuentran en el contextualismo relativista con frecuencias de siete investigadores (véase gráfica 6); posteriormente siguen, con seis investigadores, sustento del conocimiento científico y concepción de ciencia. También en el contextualismo relativista seis investigadores consideraron que las características del conocimiento se centran más en el racionalismo crítico.

Las respuestas de los investigadores en relación al contexto de justificación las mostramos en la gráfica N°. 7 como podemos observar en la categoría de validación se encuentran seis respuestas en el Racionalismo crítico. En lo que respecta a la correspondencia con la realidad son cinco las respuestas proporcionadas y están ubicadas en el contextualismo relativista, la tercera categoría corresponde al grado de certidumbre y las cuatro respuestas se encuentran también en el contextualismo relativista.

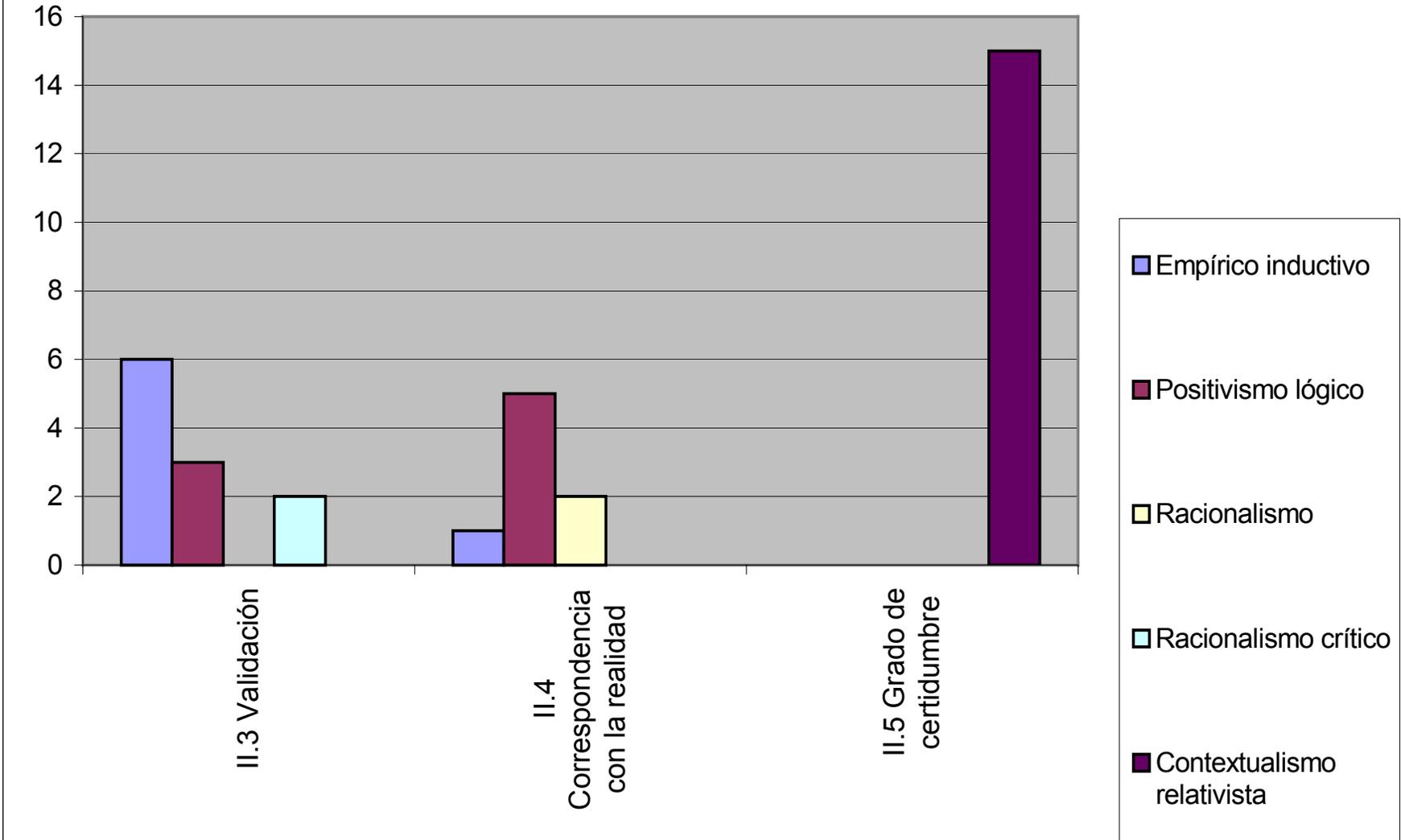
En la gráfica N° 8 encontramos que las respuestas de los investigadores a las categorías de: concepción de ciencia (6), tradición científica (4), finalidad y progreso de la ciencia (5) y niveles de organización (4) se ubicaron todas en el contextualismo relativista, lo cual nos permite observar una cierta tendencia a este enfoque.

Con estos resultados podemos destacar las similitudes, así como las diferencias que existen entre los entrevistados de ambas comunidades. (véase cuadro 5 y gráfica 9) a continuación para ello incluimos un cuadro de síntesis de las frecuencias de ambas coordinaciones y su respectiva gráfica.

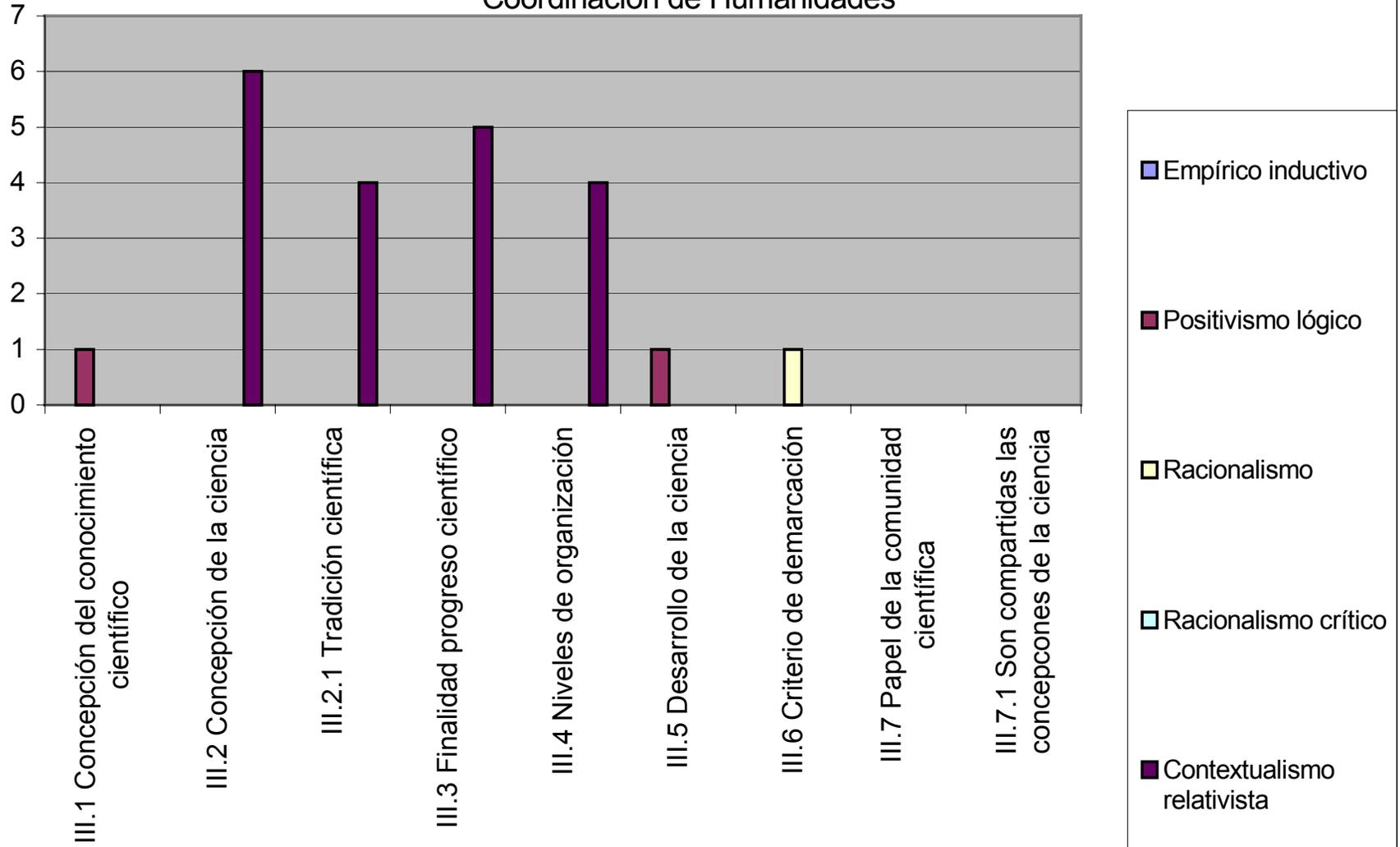
Gráfica 6
Contexto de descubrimiento
Coordinación de Humanidades



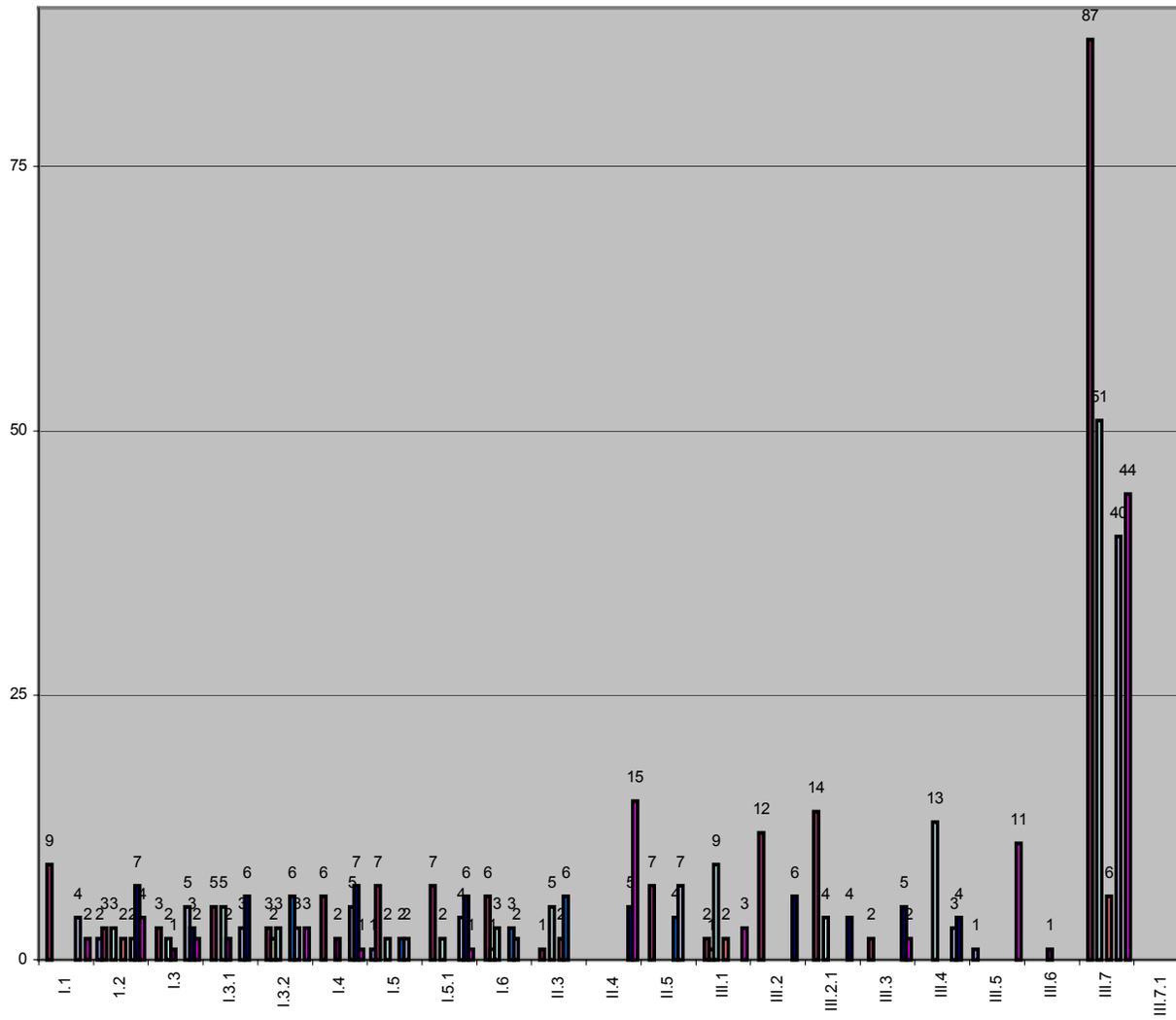
Gráfica 7
Contexto de justificación
Coordinación de Humanidades



Gráfica 8
 Naturaleza, estructura, progreso y finalidad de la ciencia
 Coordinación de Humanidades



Gráfica 9
comparativo



- Empírico inductivo IH
- Empírico inductivo IC
- Positivismo lógico IH
- Positivismo lógico IC
- Racionalismo IH
- Racionalismo IC
- Racionalismo crítico IH
- Racionalismo crítico IC
- Contextualismo relativista IH
- Contextualismo relativista IC

Cuadro 5

Frecuencias Análisis Global Coordinación de la Investigación Científica

Categoría	Empírico-inductivo		Positivismo Lógico		Racionalismo		Racionalismo Crítico		Contextualismo Relativismo	
	CIC	CH	CIC	CH	CIC	CH	CIC	CH	CIC	CH
Coordinaciones										
I.1 Observación	9						4		2	
I.2 Papel del científico	3	2	3		2		2		4	7
I.3 Origen del conocimiento	3		2			1	5		2	3
I.3.1 Sustento del conocimiento científico	5		5			2	3			6
I.3.2 Características del conocimiento	3		3	2			3	6	3	
I.4 Relación sujeto-objeto	6					2	5		1	7
I.5 Proceso met. generación. del conocimiento	7		2			1	2	2		
I.6 Papel del experimento	7		2	1			4	3	1	
I.7 Validación	6		3				2			
II.3 Validación	1		5		2			6		
II.4 Correspondencia con la realidad	1		5		2					5
II.5 Grado de certidumbre								4	15	
II.5.1 Concepciones de los maestros influyen en los alumnos								4	15	6
III.1 Concepción de conocimiento científico	7			1			7			
III.2 Concepción de ciencia	2		9		2				3	6
III.2.1 Tradición científica	12									4
III.3 Finalidad progreso científico	14		4							5
III.4 Niveles de organización	2								2	4
III.5 Desarrollo de la ciencia	2			1					2	
III.6 Criterio de demarcación	2					1			2	
III.7 Papel de la comunidad científica			13				3			
III.7.1 Son compartidas las concepciones de ciencia									11	
Totales	87	2	51	5	6	7	40	21	44	53

Y podemos resaltar que más allá de las tradiciones y las imágenes de ciencia, encontramos una serie de puentes teórico-metodológicos que el mismo desarrollo del conocimiento científico ha posibilitado en las diferentes áreas de conocimiento.

Una vez expuestos los resultados de ambas comunidades presentamos a continuación las respuestas de los investigadores en cuanto a las concepciones y el desarrollo de la ciencia, desde el momento en que surge Ciudad Universitaria, así como sus concepciones y las condiciones actuales en el ejercicio de su profesional.

4.3 Origen y situación actual en el desarrollo de la ciencia

Para comprender y explicarnos la institucionalización de la ciencia, su situación y las condiciones vigentes de su desarrollo requerimos hacer retrospectiva de las condiciones en las que surge la UNAM (capítulo 1), así como las características con las que se da el proceso de institucionalización de la ciencia. Para ellos consideramos pertinente abordar esta primera dimensión de la investigación, al trabajar tres aspectos que se encuentran en una constante interacción: el contexto histórico en el que surgen la UNAM y la ciencia, las condiciones actuales para el desarrollo y el progreso científico.

Es necesario considerar que el primer eje que atraviesa la investigación corresponde a las concepciones de ciencia, su origen y desarrollo; eje que tiene, en parte, un carácter histórico y que se presenta de manera conjunta con el origen y el desarrollo de la misma UNAM, lo cual abordamos desde la perspectiva de los investigadores; y, como mencionamos antes fue de gran trascendencia contar con los Testigos Memoriosos para la muestra, ya que nos permitió enriquecer lo referente a la institucionalización de la ciencia en la universidad, y a partir de sus testimonios reconstruir algunos aspectos de la historia de la ciencia en la UNAM;

el papel trascendente que tiene la creación de Ciudad Universitaria, espacio académico que da la pauta para la institucionalización de la ciencia a partir de la formación de institutos, programas, centros; la Coordinación de la Investigación Científica y la de las Humanidades; la creación de la figura de profesor de carrera, de investigador, y de los Consejos Técnicos.

Hoy vemos a la UNAM con bases sólidas y gran arraigo en la historia de la Nación. Así tenemos que a los trabajadores de la investigación científica se les ha llamado “Forjadores de la Ciencia”, y a los de Humanidades “Mi vida en la Ciencia”. A través de nuestro trabajo podemos destacar que ambas comunidades son forjadoras de la ciencia y han pasado su vida en la UNAM.

Para ello incluimos en la guía de entrevista las siguientes preguntas:

- ¿Cómo concibe la idea de progreso científico?
- ¿Cuál es el contexto histórico en el que surge la UNAM, ¿a qué necesidades respondió? ¿Cree que esas necesidades fueron cubiertas?
- ¿Qué relación guarda la institucionalización de la ciencia (origen y desarrollo de la ciencia, tradición científica, líneas de investigación, formación de científicos) con las concepciones de ciencia que existen en la UNAM?
- ¿Cuáles considera que son las condiciones actuales (políticas científicas, financiamiento, programas de actualización científica) que posibilitan el desarrollo de la ciencia?

Organizamos la información proporcionada por los investigadores en las siguientes categorías:

- Contexto histórico en el que surge la UNAM
- Condiciones para el desarrollo de la ciencia
- Concepción de progreso científico.

El análisis de las respuestas de los investigadores se vio enriquecido con la información y las expresiones proporcionada por los Testigos Memoriosos, así como por la participación de cada uno de los investigadores, ya que son ellos quienes con su labor han construido el reconocimiento que la UNAM tiene en diferentes países como institución de excelencia en la formación de recursos humanos, colaboraciones en investigación, el intercambio académico y la difusión de la cultura.

En relación con el **contexto histórico en el que surge la UNAM**, los investigadores entrevistados expresaron lo siguiente:

Surge con la necesidad de un México mejor, de un México que estuviese a la altura de los países desarrollados, de los países más viejos, con mayor trascendencia y tradición científica. La ciencia tiene un solo objetivo, que es descubrir para comprender los fenómenos que ocurren. Queremos saber qué es lo que pasa, cómo pasa y por qué pasa. Ésa es la base, todo lo demás que uno haga, con lo que uno encuentra, con lo que uno desarrolla, ya no está ante los fines de la ciencia. (2Q)

En 1929, como parte de la creación de la universidad, ésta recibe algunos institutos de investigación, entre ellos el Observatorio Astronómico Nacional y el Instituto de Biología. Con el paso del tiempo varios universitarios visionarios fueron promoviendo la creación de otros institutos, entre los cuales están el Instituto de Química, el Instituto de Física, de Matemáticas y la Facultad de Ciencias, y respondieron a la necesidad de que el país tuviera y tenga investigación. (1A)

Era la necesidad de tener un grupo de gentes preparadas para tener mayor independencia cultural en conocimientos sociales, tecnológicos para no depender tanto de otros países. (1B)

En relación con las **condiciones para la ciencia** los investigadores consideraron que dada la situación económica del país y el no contar con un mayor presupuesto para las universidades:

1) Un primer grupo de investigadores considera que sí cuenta con las condiciones adecuadas y suficientes para el desempeño de su quehacer como científico:

Las condiciones actuales son inmejorables. Tenemos un buen presupuesto, mejores instalaciones, y la actualización científica se está dando en las reuniones científicas para intercambiar conocimientos y para formar a los jóvenes investigadores. (1B)

Por fortuna la UNAM está creciendo en cantidad y en calidad; hay más investigadores y más profesionistas, tenemos que ir a estudiar los materiales que aunque son originarios de México, se los llevaron los norteamericanos, y ahora tenemos que ir a estudiarlos allá, pero contamos con los recursos para hacerlo, para realizar eventos y asistir a ellos. Estamos con las mejores condiciones. (3B)

Las condiciones para el desarrollo de la ciencia son buenas si pensamos que hace algunos años la ciencia estaba centralizada en el D.F., salvo por el Observatorio de Tonantzintla [...] en la actualidad es impresionante todos los sitios en la república donde se han creado centros de investigación. (1A)

Las condiciones se centran en los apoyos que tenemos del CONACyT, quien da el dinero para buscar la excelencia académica, un buen cuerpo de tutores y alumnos de excelencia. (CA)

Las condiciones son buenas, desde el punto de vista del dinero, en su estructura existen los recursos, hay muchos estudiantes que pueden ser futuros científicos, pero esas condiciones no se utilizan bien, no son optimizadas. (1CN)

En la UNAM es posible hacer investigación no dirigida (es decir no hay temas prohibidos de inicio), lo cual es fundamental en el caso de las así llamadas "ciencias básicas". Por

otro lado existe apoyo financiero por parte de cada institución y de organismos centralizados por la DGAPA. Además existen apoyos externos a la UNAM provenientes del CONACyT y del Sistema Nacional de Investigadores. En general estos apoyos se asignan mediante un proceso de arbitraje llevado a cabo por colegas de la especialidad, tanto nacionales como internacionales y ratificados por comisiones *ad hoc* en las respectivas instancias. Mi opinión es que en promedio, estos sistemas operan adecuadamente. Por supuesto está el problema de la asignación de recursos para estas actividades lo que ya se convierte en un problema de planificación mucho más general. (2CN)

Las condiciones son buenas, buenísimas porque hay salarios maravillosos, instalaciones buenas, recursos económicos, eso es extraordinario. (1Q)

La UNAM ya se ha dado cuenta de la necesidad de formar a científicos mexicanos, ha abierto y fortalecido los centros de posgrado, centros de investigación, que están permitiendo y van a permitir en el futuro, tal vez, formar mejores científicos mexicanos. Por otro lado, en el Instituto de Química tenemos todo el apoyo y si no siempre hay formas de hacernos de los apoyos económicos vía CONACyT, DGPA, a través de organismos internacionales con los cuales se ha firmado convenios. (2Q)

2) Existe un segundo grupo de investigadores que considera que las condiciones podrían ser mejores que las que actualmente tienen:

Actualmente existe un grupo de gente muy bien preparada, con una amplia experiencia y que pueden ayudar a formar nuevos investigadores se participa en eventos a nivel nacional e internacional, existe un presupuesto que es muy limitado, y hace falta equipo, pero con eso estamos trabajando. (2B)

Las necesidades del país son verdaderamente grandes y la asignación que tenemos en la investigación y la educación a nivel superior es proporcionalmente muy pequeña, es muy baja, vergonzosamente baja, entonces la universidad es un privilegio, la UNAM es un privilegio, pero sí tiene para responder a las grandes necesidades del país; la inversión,

las condiciones dentro de su estructura física y estructura humana requeriría mejorarse. (4B)

Las condiciones actuales son bajas, porque no tenemos gente, no tenemos suficientes recursos y no es que se requiera de mucho, y no tanto recursos materiales, sino finalidad en nuestro trabajo, y son apropiadas, si quiere hacer nada más una investigación, son sobradas, pero no lo suficiente si deberas queremos impactar, aportar a la ciencia. (2A)

Mi impresión es que para tener objetivos a largo plazo y en la UNAM, a lo largo de 18 años he visto pasar una serie de etapas diferentes en donde en ciertos años hay apoyo suficiente y después decae; esto es aparte de que no hemos tenido una continuidad suficiente para crear el ambiente académico y económico. En este momento vamos despegando otra vez. (1F)

Considero que hay una mala distribución del presupuesto y que en muchas ocasiones es un gran dispendio el que se da por parte de algunas autoridades, lo cual llega a ser ofensivo cuando vemos las condiciones de nuestros estudiantes. Quizá haga falta más becas. (2F)

Las condiciones son difíciles, no hay más que el resultado del reflejo de lo que está ocurriendo, políticas científicas que no están muy bien definidas, dependen del quien, en cierto sentido quién está ahí, pero también depende de lo que nosotros inventemos, por lo general tenemos apoyo, pero es demasiado medido. (4F)

Las condiciones desde el punto de vista financiero no son las mejores, se perdió el goce por el trabajo, por el uso de las prerrogativas del salario. Los números están jugando un papel muy importante más que el conocimiento, y eso sí, uno aprende un poco y pues después ya los maneja números, números y nada más. (3Q)

Hasta cierto punto digamos que el país está haciendo esfuerzos para aumentar digamos el presupuesto para investigación y que se ha tratado de aumentar el número de estudiantes de posgrado, pero desgraciadamente esto no se puede hacer sólo por decreto universitario. (4Q)

A lo mejor no son las condiciones óptimas que me gustaría, pero no creo que no las vayamos a tener, como matemáticos no requerimos de tantos recursos, no necesitamos nada más que lápiz y papel. Por ejemplo la biblioteca, tenemos una de las, quizá la mejor de México en Matemáticas, pero es muy costoso mantenerla. (2M)

Las condiciones son buenas, aunque podrían mejorar mucho. No sé, bueno, al menos aquí en este Instituto siempre nos apoyan para lo que necesitamos hacer. Creo que en la Facultad es un poco menos porque ahí son más bien instituciones de enseñanza, no de investigación. Los matemáticos somos los científicos más baratos, lo que necesitamos son libros, revistas y computadora, y ya es todo, el laboratorio lo traemos cargando sobre los hombros. (3M)

En la actualidad lo que importa es el dinero, ya no los intereses de los investigadores. (1CN)

Las condiciones están para eso, lo estamos intentando, pero no lo están haciendo de la mejor manera posible. No ha habido una buena comunicación de la ciencia en la sociedad, pues en ambos casos hacen divulgación científica y la entienden por ser accesible. La divulgación científica es necesaria para que la gente entienda por qué, qué es la ciencia, por qué a una sociedad le conviene promover investigación científica; entonces generamos una imagen mucho más compleja a los ciudadanos de la calle, a los funcionarios del Estado, la importancia social de la ciencia. (F1)

Depende de qué ciencia estemos hablando, hay ciencias que les dan mucho más recursos que a las ciencias sociales; las duras mucho más recursos. Ahorita los físicos están siendo desbancados por los biólogos, por la bioquímica, la biofísica, las ciencias de la vida, en general están como tomando prioridad, incluso al nivel de inversión y de apoyo económico a proyectos pero todo eso diríamos en el campo de las ciencias que no se cuestionan, las ciencias sociales siempre reciben mucho menos apoyo, las humanidades ya ni se diga, no se consideran para nada. (F2)

Las dependencias que se han forjado con mayores recursos son las de la Coordinación de la Investigación Científica. El Instituto de Física por ejemplo es un instituto de primera,

igual el de Investigaciones Sociales. Por alguna razón hay una diferencia, porque algunos institutos son casi auto-sustentables y porque es mucho más fácil que se vinculen con el sector productivo, lo cual hace que tengan muy buenos aportes. (S1)

El desarrollo tiene que ver con la naturaleza de nuestras disciplinas, esto creo que es universal, en qué sentido, a un físico le resulta mucho más natural incorporar estudiantes a su línea de investigación que a un sociólogo, a un historiador. Esto no es tan grave en otros sistemas, acá es muy grave, es decir, donde los estudiantes abonen un terreno para continuarlo en posteriores estudios y así sucesivamente, no está hecho así. (E1)

A manera de síntesis podríamos señalar que a decir de los investigadores las condiciones actuales para realizar investigación son loables, si consideramos la situación económica del país; además, es de gran importancia reconocer que se tiene libertad para desarrollar la investigación. No existen candados ni políticas limitantes; se cuenta con apoyo y reconocimiento necesario a la labor efectuada.

En estrecha relación con el origen de la ciencia y las condiciones de la ciencia se encuentra la concepción de **progreso científico** y los investigadores consideraron que éste se expresa a través de:

Cuando uno va mejorando, en algunos casos, el ir acumulando conocimientos, y de repente que exista alguien que pueda interpretarlos, explicar esos conocimiento básicos. (3Q)

El progreso científico es precisamente el aumentar, el ampliar más nuestros conocimientos científicos, el trabajo que nosotros hacemos diario es una aportación al conocimiento científico y estamos contribuyendo precisamente a ese conocimiento científico que día a día va aumentando, conociéndose más. (4Q)

Ir aumentado nuestro conocimiento de la naturaleza, el progreso científico consiste en acumular conocimientos y a medida que se van comprobando, se ve la realidad, se siente; la gente los adopta. (3B)

El progreso científico, cuántico, tenemos que acumular una cantidad de datos; eventualmente viene alguien que tiene chispa y entonces integra todos los datos, toda esa información. Todo eso no ocurre frecuentemente. (2A)

Es necesario que los científicos se centren, trabajen en equipo, en conjunto; desarrollar la ciencia para resolver los problemas más importantes de la tierra, como son enfermedades, alimentación, energéticos, ecología, entre otros; pero que se vean como problemas de todos, no de unos cuantos, para mí esos es el progreso científico. Y dejar de lado que toda la ciencia se centre sólo en el dinero. (1CN)

El progreso científico se continuará dando solamente en el contexto de una gran libertad de pensamiento, de imaginación ciertamente sometida a los controles de la naturaleza cuando corresponda. En este sentido la investigación dirigida o simplemente la prohibición de hacer tal o cual tipo de ciencia son altamente peligrosas. (2CN)

Organizar y realizar investigación científica principalmente sobre las necesidades y problemas nacionales. De tal manera que con ello pudiéramos hablar de un real progreso científico y no sólo estar repitiendo experimentos realizados en otras partes del mundo. (1Q)

El bienestar humano es dar mejores condiciones de vida y cuidar y ayudar a la naturaleza, eso es el progreso, no sólo el inventar, desarrollar una máquina que nos ayude a trabajar menos, a describirnos internamente, sino principalmente que ayude a la humanidad y cuide la naturaleza. (2Q)

El progreso científico es el lograr mejoras para el bienestar de los seres humanos, en todos los aspectos. El conocimiento por sí mismo es importante, y más aún si ese conocimiento se obtiene y se puede aplicar para el progreso y bienestar de la vida, de los seres en la tierra. Entonces para mí es la aplicación de la ciencia. (1B 2B)

Es el conocimiento serio y profundo que permite ser la base para conocer las características y condiciones de un ecosistema, las modificaciones del mismo, así como sus riesgos en el futuro, lo que implica un gran compromiso con la sociedad. (4B)

El progreso científico es una escalera que lleva del fango a las estrellas y el progreso consiste en cada día, cada año avanzar un peldaño hacia arriba, avanzar más en nuestro conocimiento de la naturaleza, avanzar más en la derrama benéfica que el conocimiento de la naturaleza tiene para nuestra vida cotidiana [...] hasta dónde nos va a llevar no lo sé. (1A)

Un progreso muy acelerado en estos últimos años que nos ha tocado como investigadores. Hemos notado un avance importante, una gran actividad científica motivada por diferentes tipos de tecnología, por ejemplo, de la computación, y esto está sustentado en conocimientos básicos de electrónica. (1F)

El progreso científico es la madurez que va adquiriendo la humanidad con respecto a su entorno; es decir, entre más vamos conociendo vamos adquiriendo una mayor madurez como humanos y como sociedad. (2F)

El progreso científico está ahí donde es importante la investigación, como el avance, el entendimiento de su entorno. Entonces, mientras más avanzamos en el sentido de encontrar resultados que nos permiten entender el medio ambiente en el que vivimos es un avance que podría a ratos parecer retroceso, porque en cuanto aparentemente entendemos más nos damos cuenta de que hay más cosas que no se entienden, pero la base ya quedó ahí como soporte para entender ese problema. (4F)

En matemáticas entenderíamos el progreso científico como las ramas que se van desarrollando; el descubrimiento de nuevas cosas, de teorías, de teoremas, y también si encontramos conexiones con otras áreas incluso fuera de las matemáticas. (2M)

El progreso científico consiste en el avance del conocimiento científico y el desarrollo es la necesidad del ser humano, así como la curiosidad por satisfacer éstas, de tal manera que se vayan dando satisfactores cada vez más elaborados y complejos. Es la libertad de

hacer investigación, con lo cual se crean nuevos conocimientos, nuevas herramientas para atacar los problemas. (3M)

El progreso científico es cuando el investigador se dedica a una área de conocimiento y crea, desarrolla, un producto, y éste, al trabajarlo y comercializarlo, tiene un impacto en la sociedad y en la ciencia. (CA)

De las respuestas que hemos presentado podemos destacar, en primer lugar, que los investigadores en su mayoría cuentan con una visión global del desarrollo de la ciencia en la UNAM y en el ámbito internacional. Son testigos memoriosos y actores que han participado en este proceso de creación y recreación de la ciencia a partir de la formación de la infraestructura requerida para su labor, a la cual se han ido incorporando investigadores con diferentes experiencias y formaciones académicas que integran la comunidad científica de este país; en segundo lugar, que las tendencias de la investigación en el plano internacional están en función de los proyectos que se busca sean interdisciplinarios, desarrollados en equipos de diversas instituciones, e incluso con la participación de diferentes naciones, lo cual se ha visto promovido, e incluso favorecido, por el desarrollo de las tecnologías y los avances en el intercambio de experiencias de algunas comunidades científicas, de ahí que los científicos hablen de una ciencia sin frontera; en tercer lugar, es importante destacar que las condiciones actuales para el desarrollo de la ciencia son inmejorables, adecuadas, a decir de un grupo de investigadores. Otro grupo señala que si bien se cuenta con lo mínimo para trabajar, se podrían emprender acciones para mejorarlas y poder desempeñarse a la altura de grandes institutos científicos. En este aspecto ambas comunidades coincidieron en que sus instalaciones cuentan con lo necesario.

En el siguiente apartado presentamos el análisis de las respuestas y propuestas proporcionadas por los investigadores en torno a la situación de la enseñanza de la ciencia. Es pertinente aclarar que las

propuestas formuladas son un buen punto de partida para realizar acciones que se requieren en este ámbito.

4.4 Situación actual de la enseñanza de la ciencia en la UNAM

La situación de la enseñanza de la ciencia es uno de los aspectos básicos para el estudio del desarrollo y las concepciones de la ciencia, ya que es en el quehacer cotidiano el espacio en el que se reproducen, crean y modifican de forma implícita y explícitamente las prácticas científicas en las cuales se transmiten las diferentes concepciones.

Al mismo tiempo es importante considerar el segundo eje que atraviesa la investigación para abundar en la situación de la enseñanza de la ciencia desde la perspectiva de los investigadores; por tal motivo existen categorías que se desprenden de esta dimensión y este eje, que requieren ser trabajadas a partir de las respuestas proporcionadas por los investigadores a las siguientes preguntas:

- ¿Qué programas de enseñanza de la ciencia conoce que existen en la UNAM?
- ¿Qué relación guarda la institucionalización de la ciencia con su enseñanza?
- ¿Qué se ha hecho en el ámbito (UNAM, Facultad o Centro de trabajo) en el que se desenvuelve para mejorar la enseñanza de la ciencia?
- ¿Conoce algunos problemas conceptuales que se presentan en el aula que impiden u obstaculiza el aprender la ciencia que enseña?
- ¿Cómo concibe que debe enseñarse la ciencia?
- ¿Cómo concibe que se puede aprender mejor la ciencia?

Las respuestas de los investigadores a estas preguntas las hemos organizado en las categorías que enunciamos a continuación:

- Problemas en la formación y actualización de profesores.
- Desvinculación docencia investigación.

- Problemas de infraestructura, problemas de índole económica.
- Obstáculos para la enseñanza de la ciencia.
- Propuestas para mejorar el aprendizaje de la ciencia.
- Propuestas para mejorar la enseñanza de la ciencia.

Problemas en la formación y actualización de profesores

[Es necesario que todos los científicos tengan] “una disciplina muy, muy estricta para desarrollar nuestros trabajos, porque esa es la base de nuestro éxito, de tener nuestra disciplina bien establecida; ser consistentes en nuestro trabajo, nuestro estudio, para que de alguna manera éstos tengan, en última instancia, una utilidad. (1B)

Capacitar a los maestros de los niveles medio y medio superior [porque desde estas etapas es cuando se pueden interesar los jóvenes, o también se les puede meter terror] hay que hacerla lo más sencilla posible, porque parte de lo que hace mucha gente es ponerla complicada. (3M)

Desvinculación docencia investigación

Es necesario que haya una mayor vinculación entre la ciencia y la educación, y al encontrarse los investigadores ligados a la educación de los estudiantes la influencia

debe ser positiva en la mayoría de los casos, pero siempre hablándoles con la verdad y decirles cómo está la situación en la ciencia [También es importante enseñar la educación de la ciencia desde los precursores hasta la actualidad] porque eso es lo que va a dar al estudiante una visión más real del conocimiento. (1B)

Sabemos que en la formación de los alumnos influyen los maestros, por lo cual es de gran importancia que el maestro esté preparado, no solamente que conozca el programa sino que tenga a la mano la última literatura y que esté familiarizado con lo que está pasando en ese campo, porque esta investigación permite que al alumno se le pongan ejemplos muy actuales, que la información que maneje sea muy actual. (2B)

Es importante “ligar las políticas de investigación con las políticas educativas”, porque “mientras no se compenetre uno con la importancia que tiene la investigación científica y la educación en el ámbito científico para toda la sociedad va a ser muy difícil que como sociedad tengamos un progreso científico” (4B).

La vinculación que hay entre la investigación con la enseñanza de la ciencia es una “interacción bastante activa en estos momentos”, por ello es que existen en la Facultad de Química dos materias que “implican tener un proyecto de investigación y desarrollar el proyecto de investigación,” que son de apoyo a la enseñanza de la ciencia (2Q).

El que los investigadores den clase “mejoraría considerablemente la enseñanza de la ciencia, porque finalmente es para impactar en los alumnos”. Es de gran importancia recuperar la vinculación de la docencia con la investigación (3Q).

Para que se desarrolle la ciencia es importante “ir motivando a los estudiantes que van saliendo del área de ciencias a que le encuentren un atractivo,” por lo que es importante “tener un fuerte vínculo entre el trabajo de investigación y la docencia” (4Q).

Existe una vinculación fuerte entre la actividad científica y la educativa, ya que los investigadores dan cursos en los niveles de licenciatura y de posgrado, lo que hace que tengan influencia en los alumnos, pero “la idea es que se vayan

independizando científicamente y ellos vayan creando sus propios proyectos y sus propias formas de pensar” (1F).

Las concepciones de la ciencia influyen en la enseñanza porque “la docencia cumple varios aspectos tanto para enseñarle a los estudiantes como para que uno mismo aprenda a expresar de forma lógica y útil los conocimientos que uno va generando como investigador” (1F).

- *Problemas de infraestructura problemas de índole económica*

La enseñanza de la ciencia es mejor y da frutos cuando se forman “alumnos de excelencia a través de profesores de excelencia [los profesores deben tener] el tiempo suficiente; dedicarle a los alumnos, en la asesoría personal. Hay alumnos importantísimos”, además, reciben ayuda económica; por ejemplo, “CONACyT ve que es de excelencia, da dinero y el dar dinero quiere decir que están fomentando la base esencial de investigación” (CA).

- *Obstáculos para la enseñanza de la ciencia*

Uno de los obstáculos para responder a las necesidades del país y, por tanto, para la enseñanza de la ciencia es “la asignación [económica] que tenemos en la investigación y educación, en el ámbito superior es proporcionalmente muy pequeña”. Pero para mejorarlo es necesario seguir incorporando a “gente joven, gente nueva,” además de “la promoción de la docencia entre nuestros investigadores [...] la formación de personal dentro de posgrado [...]” “un programa de apoyo”, y que la “ciencia debe enseñarse poniendo mucho énfasis en la realidad” (4B).

Otro de los obstáculos que se presentan para aprender la ciencia, es que los alumnos tengan problemas conceptuales de base y, desafortunadamente, la asimetría entre estudiantes del D.F. y estudiantes que vienen de las universidades de fuera [por ello,] debemos incidir muy fuertemente en la investigación científica, en la enseñanza de la investigación científica desde las bases [y] recurrir a todo el material didáctico y tecnológico que hay (4B).

Esta también el que los profesores imparten a los estudiantes lo que consideren más importante, lo que ellos hacen, y “no se guían por el programa. No se piensa en una enseñanza aprendizaje gradual. Otra deficiencia es que los alumnos “no manejan la computadora [pues] el único medio de comunicarnos es el inglés y la computadora” (2A).

Otro problema para poder enseñar ciencia es “por una errada introducción de las ideas básicas o por desconocer las motivaciones o maravillas intrínsecas a ella”, lo que origina una desvinculación más grande. Esto se evitaría si “los científicos tuvieran un papel mucho más activo en la enseñanza a todos los niveles” (2CN).

Un investigador opina que se les enseña solamente la “memorización de cosas intrascendentes, o aquella provisión de científicos poco reflexivos” hace que el niño no se interese por la ciencia. “Así que se está influyendo negativamente, no se está propiciando desarrollos educativos que sirvan al niño para su vida adulta” (1Q).

Otro de los obstáculos es que dentro de la enseñanza de la ciencia existen muchos intereses individuales y, por tanto, no se tienen buenas investigaciones ni las que se necesitan, pues “el 80% de la investigación de la UNAM se ha hecho para propiciar los intereses individuales” (1Q).

Hay una vinculación entre las concepciones de la ciencia y la enseñanza de la misma, pero mal planteadas y enseñadas, tanto en la educación básica, media y media superior, porque solamente quedan como “herramienta sin responder preguntas que el adulto necesita saber para su vida cotidiana” (1Q).

Un investigador opina que el obstáculo es “que no haya sido comprendido el fenómeno como debe ser [además de que] mucha gente del personal académico de la UNAM no hace investigación”, y por tanto no puede dar una educación eficiente y actualizada. Porque “si usted recibe una buena formación y un buen apoyo científico, tecnológico, usted puede ser una persona que esté dentro de esto como estamos nosotros” (2Q).

Un problema más es “de formación inicial” (3Q). O “más bien a nivel tipo de personalidad de carácter”. Si no pueden entablar una buena relación el alumno y el asesor terminan por descartar el trabajo para irse con otro asesor (4Q). O el no “poderse expresar correctamente y la falta de disciplina” (2F). O que “los alumnos que tenemos tienen un elemento de pasividad. Lo que es difícil es transformar [esa] pasividad en actividad” (3F).

Como ya se mencionó está “la falta de disciplina [y para cambiar eso] es necesario integrarse a un grupo de investigación [donde] uno tiene primero que motivar. De por qué uno quiere aprender es una parte, luego viene el interés y uno se sabe motivado. Usar las técnicas apropiadas para cada programa, y después fomentar esto de la disciplina” (1F).

Un problema grave en la enseñanza de la ciencia dentro de la UNAM es que

la parte práctica está muy descuidada [y una solución a ello es llevar a los estudiantes a los laboratorios] y tener buenos maestros que enseñen a ser a nuestros estudiantes creativos [...] Por un lado no estamos formando bien a nuestros estudiantes y no estamos

teniendo tampoco los laboratorios adecuados. Creo que en el fondo eso ha sido perjudicial para la enseñanza en esta universidad, porque se ha roto y porque a los investigadores nos tienen publicando, y porque entonces ya los alumnos pasaron a un segundo término, cuando deberían estar en primer término en esta Universidad. (2F)

Otro problema es que “los tutores salen a la caza, a la cacería de estudiantes y no sólo no hay suficientes estudiantes, sino que los estudiantes no tienen ese empuje” para querer aprender más sobre la investigación. La investigación no es solamente pasiva, “la investigación se aprende también haciéndola” (3F).

Muchas veces no se pueden formar investigadores con los tesisistas, porque hay algunos que “podrían empezar un programa y luego lo abandonan” y, por el lado, de “la planta de investigadores no es en su gran mayoría capaz de doctorar, porque, quizá ellos mismos, los investigadores todavía no terminan de efectuar su propia formación como investigadores ya independientes y capaces de adquirir un grupo y mantenerlo en maestría”, además de que “el número de alumnos, o de alumnos potenciales, siempre es pequeño” (3F).

“En el caso de la física, los conceptos matemáticos representan un gran obstáculo en el aprendizaje de la ciencia (4F).

- *Propuestas para mejorar el aprendizaje la ciencia*

Para mejorar el aprendizaje de la ciencia no deben utilizarse “Los métodos tradicionales de memorización, sino de conceptualización. Tú no te vas a aprender este libro de memoria, tú vas a tener que razonar el libro, desarrollar el raciocinio del estudiante desde que entra, que no tiene que memorizar”; una forma de hacerlo puede que “la forma de estudiar va a hacer que el alumno o entre ellos

mismos se consulten y entre ellos mismos se critiquen y que entre ellos mismos se desarrollen” (CA).

Las condiciones de la UNAM son buenas para formar futuros científicos, pero esas condiciones no se utilizan bien, no son optimizadas; de igual manera “hay muchos seminarios, seminarios, seminarios, no veo resultados. Considero que los alumnos “no tienen ningún interés en aprender ciencia, ése es el principal problema, no son todos. A propósito, conozco dos o tres estudiantes en el campo que SON verdaderos futuros científicos, pero [en términos generales] a esto se debe que no haya aprendizaje de la ciencia” (1CN).

- *Propuestas para mejorar la enseñanza de la ciencia*

Una forma de proporcionar una buena enseñanza de la ciencia es invitando a los estudiantes a participar en las investigaciones,

porque son materia gris, nueva ¿no?, inteligencia, y ellos van a dar, a aprender, sacan provecho. Ellos ven su tesis y nosotros también porque nos aportan la ayuda y es una ayuda mutua; es una especie de simbiosis, como dicen los biólogos [También mejoramos la enseñanza] simplemente si todo mundo hacemos lo que tenemos que hacer, nada más con eso sería suficiente, porque el papel del científico debe de ser de utilidad al país, pues, tenemos que transformarlo en un país científico y productivo. (1B)

Ahora bien, una de las propuestas consiste en considerar que una buena enseñanza para los estudiantes puede ser complementada con la experiencia de los investigadores, pues “hay una serie de personas investigadores muy bien preparados aquí, con una amplia experiencia y que pueden ayudar a formar nuevos investigadores. Es importante tener gente preparada y para ello es buen complemento los posdoctorados” (2B).

Es necesario también que haya personas preparadas para dar clase aun cuando no sean de la UNAM; lo que importa es que sea gente calificada para enseñar bien lo que saben hacer. Sería importante que a los maestros se les estimulara para que estén como voluntarios en proyectos del área en que dan clase, porque aparte de ayudar les “permite estar al tanto en los métodos, en la literatura, en tener algún asesor a su vez, que hay, y con mucho gusto lo hacemos; eso cambia el nivel en el que él o ella va dar la clase” (2B).

Lo que posibilita que la ciencia avance en todos los aspectos es, en opinión de otro entrevistado, que

hay más universidades, hay más investigadores, hay más profesionistas. [...] hay intercambio académico [Es muy importante para que la enseñanza de la ciencia se dé, que siga una comunidad muy estrecha. Los maestros que están aquí siempre están dispuestos a responder a los muchachos, y además a ponerlos en observación directa. (3B)

Para mejorar la enseñanza de la ciencia sería necesario invitar a especialistas

de diferentes áreas para que dieran algunas clases a los muchachos que vieran cómo se podía hacer investigación y en esta forma ampliarán su horizonte [Enseñar a sus alumnos a que] entiendan, aprecien y adopten el método científico, con muchísimos ejemplos, aprender a usar críticamente esos conocimientos; aprender a plantearse nuevas preguntas, a enfocar cómo responder esas nuevas preguntas, eso es nuestra tarea como maestros. (1A)

[...] los astrónomos deberíamos ponernos las pilas y tomar más en serio el papel, que es el verificar y constatar que la enseñanza de la astronomía se lleve a cabo [para ello es importante] enseñar primero a los profesores cómo dar clase, para

que puedan enseñar bien a sus alumnos [Enseñar la ciencia de una forma] más interactiva, hacer la ciencia más comprensible; ello llevaría al aprendizaje. (2A)

Otra propuesta sería “mejorar el sistema educativo de la ciencia; además, para fomentar que los alumnos estudien se les debería hacer un examen de selección para trabajar con los grandes investigadores [y así] formar los recursos que se necesitan en el país” (1CN).

Aunque los estudiantes siempre se encuentran en contacto con la investigación, la enseñanza mejoraría aun más si “participaran más los investigadores en este proceso” (2M).

Otro investigador propone

dejar crecer las universidades de provincia, mandando nuevo personal, más preparado, con nuevas ideas porque no hay muchas opciones, pero el obstáculo para que esto se dé es que no existe el financiamiento [Al ser la educación el principio de la investigación científica, es importante que el maestro sea] capaz e inteligente para provocar que sus alumnos hagan investigación [pues estos influyen] para bien y para mal. (2M)

Y por ello es que pueden provocar interés o desinterés por la ciencia.

La enseñanza de la ciencia “debería de partir del principio ése de que se enseña para la vida adulta, entonces debería de enseñarse más a la reflexión más que a la repetición” (1Q).

“Mi propuesta para mejorar la enseñanza de la ciencia, dice un profesor es crear cursos propedéuticos” (3Q).

Para que haya una mejor enseñanza de la ciencia los investigadores que den clase deberían ser evaluados para “que vayan a las aulas en una forma más efectiva, pero verdaderamente efectiva” (2F).

“Los alumnos deben buscar ser formados por investigadores de excelencia para que los guíen al doctorado y para que los manden a hacer posdoctorados en las mejores escuelas y con los mejores maestros” (3F).

Los profesores deben participar en la investigación, pues, “no puede haber enseñanza real si no decimos enseñanza de investigación, uno mismo como profesor se pone más al día del tipo de cosas que están ocurriendo alrededor y de los avances en la ciencia y trata de transmitirlos a los jóvenes”. Y los investigadores por su parte no deben pensar o creer que la ciencia es privada, porque “entonces no se le informa a la gente, no se le enseña a la gente” (4F).

Pero una propuesta para poder mejorar la enseñanza de la ciencia es relacionarla con la vida cotidiana, ya que “después de tratar de relacionar lo cotidiano con la teoría o desarrollo, y darse cuenta de que están agarraditos de la mano, que no hay grandes misterios atrás de eso. Un conecte de ese tipo sería ideal para que la gente dejara de tenerle miedo o aislamiento o distanciamiento hacia las ciencias” (4F).

Las respuestas enunciadas nos permiten destacar que los obstáculos para la enseñanza de la ciencia están primordialmente en el nivel de la desvinculación de la enseñanza con la investigación, lo cual implica la desvinculación teoría-práctica.

A partir de los resultados podemos señalar la importancia de revisar cuál es la orientación de la enseñanza de la ciencia, esto nos lleva a un debate en relación con el porqué y para qué, así como el qué enseñar en ciencia, con lo que es la enseñanza experimental y la vinculación de la enseñanza de la ciencia con lo

cotidiano. Aspectos que nos invitan a una investigación y reflexión mucho más profunda.

Pero no podemos hablar de la enseñanza de la ciencia sin reconocer que además de la orientación de ésta también debemos empezar a reconocer y superar los obstáculos actuales en la enseñanza de la ciencia, los cuales van desde la formación del alumno hasta la preparación del maestro, pasando por las condiciones institucionales, los planes y programas de estudio que no se han actualizado, así como por los intereses de los diferentes actores del proceso de enseñanza de la ciencia, y lo económico.

Más allá de los fines de la enseñanza y de los obstáculos están las propuestas de los investigadores, las cuales señalan que la ciencia se debe enseñar desde los precursores hasta la actualidad; que se debe incluir filosofía de la ciencia, formar a los profesores en todos los niveles educativos, hacer más dinámica e incluir los aspectos cotidianos y prácticos de la misma.

La riqueza de experiencia y propuestas de nuestros investigadores nos llevan a sugerir que se realice un proyecto de investigación y enseñanza de la ciencia que encare los obstáculos señalados, las limitaciones detectadas, así como las orientaciones propuestas; que implique a profesores, investigadores y autoridades, quienes a partir de su trabajo pueden realizar cambios en bien de la enseñanza de la ciencia.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Considero necesario iniciar este capítulo con una reflexión producto de la investigación que hemos realizado, en la cual he comprobado la gran riqueza que existe en la comunidad académica de la UNAM, y destacar que los resultados que obtuvimos pueden llegar a contribuir para el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia y sus posibles implicaciones.

A través de la revisión de la historia de la UNAM pude encontrar la manera en la que se institucionalizó la ciencia y, al mismo tiempo, la participación que tiene esta institución educativa en la conformación de la ciencia en el Estado mexicano. Se podría decir que surgen en paralelo: una da el sustento ideológico y científico y el otro da satisfactores a las demandas de aquella.

Más allá de las historias escritas (Eli de Gortari, 1957; Guillermo Soberón. 1983; Juan José Saldaña, 1989; John D. Bernal, 1959, 1983), pienso que es de gran trascendencia la reconstrucción de la historia de la Universidad, en general, y de la ciencia, en lo particular, a través de sus académicos —“testigos memoriosos”—, quienes nos narraron cómo se fundaron los institutos, centros, escuelas, programas y proyectos, y a partir de esos testimonios, rehacer algunos aspectos de la historia de la institucionalización de la ciencia en la UNAM.

Es importante destacar asimismo que la creación de Ciudad Universitaria tuvo un papel trascendental al convertirse en el espacio académico que dio la pauta para la institucionalización de la ciencia y de la investigación, con la generación de institutos, centros, programas, la Coordinación de la Investigación Científica y la de Humanidades, y la instauración de las figuras de profesor de carrera y de investigador, así como la de los Consejos Técnicos.

Los investigadores de la UNAM han contribuido desde diversos espacios en diferentes momentos a la formación del Estado mexicano, ya que con su labor han

forjado el reconocimiento que tiene la UNAM en el ámbito nacional e internacional, como institución de excelencia en la formación de recursos humanos, colaboraciones en investigación, intercambio académico y difusión de la cultura, de tal manera que la vemos hoy con bases sólidas y gran arraigo en la historia de la nación

En principio hicimos una transferencia de los resultados reportados en los estudios (capítulo 2) con las respuestas proporcionadas por los investigadores que entrevistamos. Comprobamos en esta labor que es realmente complejo realizar una investigación educativa que aborde la forma en que los investigadores comprenden la naturaleza de la ciencia, sus compromisos epistemológicos, el origen de sus concepciones de ciencia y la manera en que esto influye en su práctica educativa.

¿Cómo intervienen los compromisos epistemológicos de los investigadores en las concepciones de ciencia de los alumnos y en el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia? Es inaplazable la investigación educativa que aborde la importancia de clarificar las concepciones de ciencia y el impacto que esto podría llegar a tener en el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia. Ubicamos nuestro trabajo de investigación entre los que contribuyen y abundan en

el estudio de la naturaleza y transformación de las concepciones de ciencia en distintas poblaciones, de igual manera que en las formas en que contribuyen la epistemología y la historia de la ciencia en la construcción de una heurística para el abordaje de las distintas cuestiones relacionadas con el campo de la educación de la ciencia. (López, 2003: 366)

Se incluye aquí una serie de propuestas para el estudio de las concepciones de ciencia en la UNAM y su posible impacto en la enseñanza de la ciencia. Este apartado se ha organizado en dos vertientes: los resultados a partir de las respuestas de los investigadores entrevistados y el sustento de los teóricos presentados en el capítulo 2 de este trabajo.

1 La necesidad de estudiar las concepciones de ciencia

Es importante señalar como punto de partida que el estudio de las concepciones de ciencia es un campo de investigación que se ha abierto paulatinamente en los últimos años, ya que muestra las implicaciones no sólo para la enseñanza de la ciencia, sino también para la educación en general; esto se sustenta en reconocer que

las concepciones son marcos organizadores implícitos de conceptos, con naturaleza esencialmente cognitiva y que condicionan la forma en que afrontamos la tarea (Ponte, 1994). Tanto las concepciones como las creencias tienen un componente cognitivo; la distinción entre ambas reside en que las primeras (concepciones) son mantenidas con plena convicción, son consensuadas y tienen procedimientos para valorar su validez; las segundas no (Cuadra Gil, 2003: 28).

Todos estos elementos son construcciones sociales, resultado de las interacciones y de la identidad colectiva.

Coincidimos con Campanario (2003), quien nos habla de la importancia y necesidad de conocer las concepciones

[...] y se indaga sobre los posibles orígenes de las concepciones inadecuadas y prejuicios más comunes de los profesores sobre la didáctica de la ciencias y su papel en la enseñanza [...] Si las ideas se consideran inadecuadas, no es porque sean incorrectas, sino porque impiden o dificultan la toma de conciencia y de medidas para evitar los problemas que las causan y las consecuencias que originan [...] Es posible que coexistan concepciones inconsistentes incluso en el mismo profesor. Ello se debe a que las ideas son implícitas (en muchos casos constituyen simplemente actitudes). Estas ideas pueden aflorar en contextos diferentes, lo cual da como resultado que no se detecte la contradicción. (Campanario, 2003: 320)

En este contexto consideramos pertinente recordar que, como se vio en el segundo capítulo, únicamente encontramos un reporte de investigación que trata con los científicos; este trabajo es el de Kimbal (1967-68). Ante esta ausencia de trabajos, además de considerar que son ellos precisamente quienes están más actualizados (los científicos) y con un mayor manejo de lo científico, al ser ellos los que influyen en las decisiones importantes para el desarrollo de la universidad, en sus programas, son los responsables ante la sociedad de mejorar la ciencia y su enseñanza; éstas y otras razones fueron las que nos llevaron a trabajar con esta población.

La necesidad de estudiar las concepciones epistemológicas de ciencia de los investigadores nos llevó a realizar este estudio a través del cual buscábamos comprobar que todo quehacer científico tiene una cierta concepción epistemológica de ciencia que lo orienta e influye en el desarrollo cotidiano de la práctica científica.

Al igual que nosotros, diferentes investigadores han expresado también la necesidad de realizar estudios que abunden en las concepciones epistemológicas de los profesores, entre ellos están: Kimbal (1967), Hodson (1986), Rampal (1992), Porlan (1998), Nott y Wellinton (1998), Flores et al (2000), Campanario (2003), Cuadra Gil (2003), quienes han señalado que las concepciones de los maestros influyen en su práctica docente.

El estudio de las concepciones de ciencia de los investigadores nos permitirá generar formas y procesos que ayuden a interpretar, a su vez, los procesos educativos, tales como la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, la participación de los alumnos en la producción de los avances de la ciencia, en los diferentes espacios universitarios, sean las aulas, los laboratorios, y buscar las consecuencias e implicaciones de esos procesos educativos.

A decir de Lederman (1992a), actualmente se realizan investigaciones para estudiar las relaciones entre el pensamiento del profesor y las prácticas de enseñanza, incluyendo, en algunos casos, el análisis de las ideas de los alumnos.

Bajo la premisa de que los resultados de las investigaciones con diferentes poblaciones de académicos pueden llegar a reflejar las concepciones epistemológica, realizamos la presente investigación centrada en una muestra de los científicos de la Universidad Nacional Autónoma de México; y en la búsqueda teórica encontramos que Lederman (1992a) señala que la naturaleza de la ciencia está relacionada directamente a la epistemología de las ciencias, que nos permiten fundamentar que las concepciones epistemológicas, las creencias, así como las imágenes de ciencia que manejan los maestros, alumnos e investigadores no son excluyentes, sino más bien se interrelacionan y complementan en varios aspectos.

Lo antes expuesto es uno de los sustentos de nuestra investigación; nos ha guiado para comprender que en las concepciones de ciencia, el conocimiento y las creencias de los investigadores tienen un papel fundamental. Para mostrar lo anterior presentamos la respuesta de uno de los 22 investigadores:

La ciencia es una empresa muy compleja, digamos, con muchísimos agentes que convergen. Tiene muchos aspectos distintos: los conceptuales, los conceptos de justificación o validación de las hipótesis de las ideas científicas, pero otro aspecto muy importante es cómo van evolucionando incluso los mismos criterios con los que evaluamos, lo que cuenta como una buena teoría científica, y eso es cuando ya incluso se modifica la manera de concebir un campo de investigación, no nos podemos encerrar en una sola concepción de ciencia. (F3)

A partir de esta respuesta podemos ver que se cumple lo señalado por Lederman (1992a) y Cobern (2000) en relación con la interacción entre las creencias, los compromisos y el conocimiento científico, por lo cual es necesario estudiar las concepciones epistemológicas de los investigadores, ya que éstas posibilitan

desarrollos y formas que permiten interpretaciones del proceso educativo, así como sus posibles consecuencias e impacto.

A manera de cierre de este primer aspecto considero conveniente y pertinente plantear las siguientes interrogantes: ¿cuál es el origen de las concepciones de ciencia?, ¿de dónde surgen estas concepciones?, ¿cómo se forman y se reproducen?

2 La diversidad de enfoques epistemológicos

La importancia de estudiar las concepciones epistemológicas de la ciencia ha sido reportada por (Aikenhead, 1987, Driver y Oldman, 1986, Nussbaum y Giami, 1987, citados en Brickhouse, 1989), quienes señalan que son las opiniones, las concepciones y compromisos epistemológicos de los profesores los que se implementan en el aula.

Se buscaba a través de las respuestas saber qué piensan sobre la ciencia y su trabajo científico. A esto lo denominábamos concepciones. Encontramos que las respuestas de un solo investigador abarcan una gran diversidad de concepciones y enfoques epistemológicos. Ello nos muestra la poca o nula consistencia de sus concepciones de ciencia, como podemos verlo en el cuadro (1, cap. 4) de síntesis de frecuencias, análisis global de la Coordinación de la Investigación Científica a partir de las respuestas del investigador 4F; éstas oscilan entre una concepción de conocimiento científico empírico-inductivo y una concepción de ciencia contextualista relativista. En el caso de la Coordinación de Humanidades, cuyo cuadro 5, cap. 4 nos muestra a investigador S1, quien expresó una concepción de conocimiento lógico positivista y una concepción de ciencia contextualista relativista; ambas posiciones nos muestran inconsistencia en las concepciones de los investigadores.

La diversidad de enfoques epistemológicos, así como las concepciones de ciencia se encuentran estrechamente vinculadas a lo que es la naturaleza de la ciencia,

motivo por el cual es de gran importancia que los investigadores logren expresar de manera explícita sus concepciones de ciencia, ya que éstas signan, marcan y orientan su interpretación de la actividad científica que desarrollan. Una de las expresiones de estas manifestaciones se da a través de contar con métodos o interpretaciones, lo que puede depender de su experiencia, conocimiento anterior y de sus concepciones.

Al respecto de las concepciones y el conocimiento previo, Lederman y O' Malley (1990) han apuntado que las decisiones personales y las opciones son afectadas por una interacción compleja de factores culturales, sociales y psicológicos, que no son necesariamente alterados por el conocimiento científico. Tal pareciera ser que las preconcepciones son más fuertes y tienen un mayor arraigo que lo aprendido a través de la formación científica.

La diversidad de enfoques epistemológicos de la que hablamos, y la escasa consistencia de las respuestas de los investigadores entrevistados las podemos constatar en los cuadros (1 y 5, cap. 4) de Análisis Global de la Coordinación de la Investigación Científica y el de Análisis de la Coordinación de Humanidades, donde podemos observar la ubicación en el contexto epistemológico que se dio a las ideas expresadas, y cuál es su comportamiento en cuanto a la consistencia de sus enfoques y concepciones epistemológicas.

Los resultados presentados refuerzan la necesidad de estudiar las concepciones epistemológicas de los académicos. Esto nos lleva a corroborar la existencia de esa diversidad de enfoques epistemológicos de que hablamos y que se hace necesario su estudio, pues consideramos que en la medida en que los investigadores tengan claridad o logren explicitar sus concepciones y compromisos epistemológicos se verá reflejado en su actividad de investigación y de docencia, y contribuya a consolidar a la comunidad científica.

Para dar cierre a este aspecto cabe plantear la siguiente pregunta: si sabemos que las concepciones epistemológicas se construyen desde una colectividad, ¿se podría pensar en una concepción epistemológica hegemónica, que orientara el quehacer de los científicos? ¿Se podría promover una serie de acciones que estén orientadas a un cambio transformador como podría ser el constructivista?

3 Sobre la claridad conceptual de las concepciones de los investigadores

Si bien era deseable la claridad en las concepciones de los investigadores, las respuestas, muestran, contrariamente, poca claridad conceptual, así como dificultad para exteriorizar ideas. Los sujetos entrevistados mantienen una mezcla en sus concepciones, las cuales oscilan entre lo empírico-inductivo y el racionalismo crítico y, en algunas ocasiones, es casi nula su claridad conceptual, lo que se expresa, por ejemplo, en la no-relación entre las preguntas formuladas y las respuestas proporcionadas.

A partir de lo reflejado por los investigadores entrevistados, así como por la literatura consultada, podemos señalar que no sólo influye el conocimiento, sino también las concepciones y visiones de ciencia, ya que son aspectos que están presentes en la formación del alumno. A continuación presentamos el sustento que dan a este aspecto los reportes de investigación y, posteriormente, una de las respuestas de los investigadores.

Aunque la “naturaleza de la ciencia” ha sido definida de varias maneras, en general se refiere a los valores y asunciones inherentes al desarrollo del conocimiento científico (Lederman y Zeider, 1987): por ejemplo, las creencias individuales concernientes a si el conocimiento es amoral o no, tentativo, basado empíricamente, un producto de la creatividad humana o parsimonioso (Lederman 1992a).

A decir de Lederman (1998), la obsesión persistente por la naturaleza de la ciencia por parte de los investigadores y los que hacen las políticas educativas es una consecuencia directa del vasto número de investigaciones que indica consistentemente que los alumnos, al igual que los maestros, no poseen lo que se consideran concepciones adecuadas (Aikenhead, 1973, 1987; Cooley y Klopfer, 1963; Korth, 1969; Lederman y O'Malley, 1990; Lederman 1992; Mackay, 1971; Rubba y Anderson, 1978; Wade y Lederman, 1995, entre otros).

Las concepciones de ciencia de los maestros pueden afectar los comportamientos del salón de clase, el uso del trabajo, los diseños de laboratorio escolar y la selección del currículo (Robinson, 1969 cit. por Duschl, 1989: 473), razón por la cual lo idóneo es que tengan claridad de cuáles son estas concepciones, y de qué manera influyen en su actividad científica, pero sobre todo en la docente.

Como hemos estado viendo, existe una serie de investigaciones que señalan que los maestros de ciencia, en general, no poseen concepciones adecuadas sobre la naturaleza de la ciencia; entre ellas podemos mencionar a Millar (1963) y Schmidt (1967), quienes evaluaron las concepciones de los maestros sobre la ciencia; las investigaciones de Carey y Strauss (1968, 1970a, 1970b), Kimball (1967-68), Ogunniyi (1982). En todas hubo consenso en la idea de que los maestros de ciencia poseían concepciones insuficientes de ciencia y se hizo un esfuerzo concertado por mejorarlas (Lederman 1992a).

Entre las respuestas de los investigadores podemos destacar lo que 2B expresó: “es de gran importancia que el maestro esté preparado no solamente que conozca el programa sino que tenga a la mano la última literatura, y que esté familiarizado con lo que está pasando en ese campo, porque esta investigación permite que al alumno se le pongan ejemplos muy actuales, que la información que maneja sea muy actual”. Y en esta formación y actualización también debe incluirse naturaleza y concepciones de ciencia.

Otro ejemplo sobre la poca claridad conceptual corresponde a la categoría de Demarcación de la Ciencia (véase cuadro 4 y 8, cap. 4). Las respuestas de los investigadores no señalaron en qué consiste esa demarcación; la información proporcionada no era acorde a la pregunta. Es precisamente en esta categoría la única en la cual los investigadores no dieron información que permitiera su ubicación en alguno de los enfoques epistemológicos. A continuación incluimos algunas de las respuestas proporcionadas para demarcación de la ciencia.

Trabajamos con el mismo método y tratamos de utilizar los mismos tipos, el método para aplicar la literatura, las claves, es similar al que se utiliza en los mejores museos del mundo para la elaboración de las colecciones. Tenemos proyectos en colaboración con diferentes museos internacionales. (2B)

Ha sido conocer la verdad a través de la experimentación, de estar probando y siempre hacer algo, probarlo, publicarlo, que otra gente pruebe que lo que hace uno funciona, que sirve, que es verdadero. Lo que pasa es que actualmente eso no está sucediendo tanto porque se publica tanto que ya es difícil que otra gente pruebe exactamente las mismas condiciones, y entonces se han publicado cosas que no son ciertas también, como que hay ahorita una explosión de publicaciones, entonces ya hay mucha charlatanería. (2F)

Los criterios que nos exigen es que sea una ciencia básica o experimental que está definida por los productos. La segunda es una vinculación interdisciplinaria, ahora necesitamos vinculación con las diferentes ramas científicas, ése es otro de los criterios muy importantes, y tratar de buscar recursos extraordinarios a través de que vendas tu prestigio y tus conocimientos a instituciones que te van a dar dinero para que hagas algo en función de tu país o de la industria. (CA)

En síntesis, a través de estas respuestas, podemos ver que no existen elementos para mostrar en qué consiste la demarcación de la ciencia.

Es importante destacar la gran dificultad que tienen los investigadores para reflexionar y fundamentar su propia práctica profesional. Dificultad que incluso una

investigadora del Instituto de Investigaciones Filosóficas nos señaló durante la entrevista:

es curioso que cuando los científicos hablan sobre lo que hacen, aunque sean científicos muy brillantes, pues a veces dicen cosas muy ingenuas o como que tienen una imagen estereotipada de su misma visión y no están muy conscientes de los presupuestos que están asumiendo, como los compromisos teóricos, epistemológicos que ellos están de hecho usando en su investigación. (F1)

Presupuesto que incluso nosotros comprobamos durante el desarrollo del estudio que aquí reportamos.

Ante la gran dificultad de los investigadores para explicitar sus concepciones epistemológicas es procedente preguntarnos ¿qué sucede en la formación de los investigadores que no estimulan la reflexión y fundamentación epistemológica de su quehacer científico?, ¿cuáles son las acciones a realizar para propiciar la reflexión epistemológica de los investigadores?, ¿sería conveniente promover en ellos la formación epistemológica desde diferentes corrientes del pensamiento?

4 Principales diferencias y semejanzas entre los dos subsistemas de investigación de la UNAM

Con base en los resultados obtenidos podemos destacar algunas de las similitudes, así como las diferencias que existen entre los investigadores entrevistados de las dos coordinaciones. Es importante señalar que si bien encontramos diferencias se deben enfatizar los esfuerzos que se están llevando a cabo para tender puentes entre las acciones realizadas por cada una de las comunidades de investigadores, que buscan a través de los hechos y de programas de apoyo, como el PAPIIT, tener más relación entre diferentes dependencias entre las dos coordinaciones, por ejemplo: el proyecto de investigación que se realiza desde el Instituto de Química (3Q), donde participan académicos de la Facultad de Medicina, de Química y Psicología; o bien el

proyecto sobre Bioética que realizan las Facultades de Filosofía y Letras y la de Medicina, por mencionar sólo dos (Juliana González, Conferencia Magistral Inaugural del Primer Congreso sobre Investigación en Escuelas y Facultades, Facultad de Filosofía y Letras, marzo 14-18, 2005).

Asimismo, consideramos importante señalar que hace menos de 10 años realizamos otra investigación sobre las concepciones de ciencia de los investigadores (Alvarado, 1998), y si bien se llevó a cabo únicamente con investigadores de la Coordinación de la Investigación Científica, en aquel entonces pudimos comprobar que existía una idea de que la investigación en humanidades no era científica, que carecía de rigor científico y de sustento teórico metodológico, por lo cual se tenía más como un trabajo de reflexión y de especulación. A la vuelta de los años, en este intercambio con investigadores de ambas coordinaciones encontramos una actitud diferente, de mayor apertura e incluso de interés por intercambiar experiencias y por trabajar de manera conjunta algunos aspectos de las investigaciones, promover la multidisciplinaria y buscar la interdisciplina.

Disposición que nos permite recordar que a fines del siglo XX se empezó a gestar una nueva corriente que relaciona nuevas formas de producción y con una nueva cultura: En la producción de punta del diálogo entre trabajadores, los trabajadores simbólicos y el trabajo en equipo son fundamentales [...] Al mismo tiempo aparece un conocimiento científico y humanístico que vincula la organización y la creación o la construcción de conceptos y realidades. Surge lo que John Brockman, del Instituto de Santa Fe en Nuevo México llama “La Tercera Cultura”, que busca acabar con la separación entre los “hombres de letras” y “los hombres de ciencias”. (González C. P., 2004: 34)

Esto nos conduce necesariamente a reflexionar y tener en cuenta lo expresado por investigadores desde diferentes ámbitos de desarrollo, así como a las instituciones a buscar tender puentes entre las investigaciones y borrar las fronteras disciplinarias que pudiesen llegar a obstaculizar el desarrollo de la ciencia.

A continuación presentamos un breve análisis comparativo de las concepciones de los investigadores de las dos coordinaciones:

La primera diferencia que hemos de destacar es que mientras los investigadores de la Coordinación de la Investigación Científica le dan una importancia relevante a la categoría I.1 *observación* (20 respuestas, 9 en el empírico-inductivo, 3 positivismo lógico, 2 racionalismo, 4 racionalismo crítico y 2 contextualismo), para los de la Coordinación de Humanidades no hubo una sola respuesta.

En la categoría I.2 *papel del científico*, ambas comunidades consideraron que es de gran trascendencia, el papel que desempeña el científico más allá, incluso, de los diferentes enfoques que sustentan su quehacer y sus concepciones de ciencia.

En la categoría I.3 *sustento del conocimiento científico*, las respuestas de la Investigación Científica se centraron 5 en el empírico-inductivo y 5 en el positivismo lógico, así como 3 en el racionalismo crítico. En contraste, en Humanidades, 2 en el racionalismo y 6 en el contextualismo relativista.

En la categoría I.5 *procesos metodológicos para la generación de conocimientos* se encuentra la pregunta de si las concepciones de los maestros influyen en los alumnos, a diferencia de los (6) investigadores de Humanidades, quienes señalaron que sí, y se ubicaron en el contextualismo relativista; los de la Investigación Científica no dieron respuesta que pudiera ser ubicada.

En la correspondencia con la realidad es interesante porque en esta categoría ambas comunidades coincidieron. A partir de las ideas expresadas fueron ubicadas en el contextualismo relativismo con 15 respuestas de la Investigación Científica y 5 de Humanidades. Es procedente señalar que todos fueron ubicados en este enfoque.

Otra categoría importante de resaltar es la II.5 *grado de certidumbre*, ya que fue la única en la cual todas las respuestas (15) de la Investigación científica se ubicaron en el contextualismo relativismo, y en Humanidades (4) se centró en racionalismo-crítico.

En cuanto a la *concepción de ciencia* (III.2), 12 respuestas de la Coordinación de la Investigación Científica están en el empírico-inductivo y 6 de Humanidades en el contextualismo relativismo. En esta categoría se polarizaron más las ideas expresadas.

En cuanto a la *tradición científica* también es interesante, ya que de la Investigación Científica ubicamos en el empírico-inductivo a 14, y en el positivismo lógico a 4, mientras que en Humanidades 4 en el contextualismo relativista.

En cuanto al *progreso científico*, la finalidad de la ciencia fue ubicada en el empírico-inductivo con 14 y en el positivismo con 4 por parte de la Investigación Científica; como contraste, de la Coordinación de Humanidades 4 están en el contextualismo relativista.

En *demarcación de la ciencia* no ubicamos ninguna idea de los de la Investigación Científica, sin embargo en las Humanidades un investigador dio respuesta.

Reconocemos que las concepciones de los investigadores de cada uno de los subsistemas desempeñan un papel importante en el desarrollo de las concepciones de ciencia de las comunidades; que existen convergencias y divergencias en los compromisos epistemológicos de los investigadores de cada subsistemas; que sus concepciones de ciencia orientan su quehacer científico, así como el educativo; y que es necesario abordar los objetos de conocimiento como una totalidad para superar los enfoques reduccionistas.

Encontramos que los investigadores se refieren, en su gran mayoría, a los académicos de la otra comunidad como sus colegas. Ya no existen aquellas expresiones de “nosotros los científicos” y “ustedes los del discurso”. Tampoco la idea de que lo que se realiza en las áreas de investigación social y humanidades sean las que no cuentan con un reconocimiento social. Por el contrario, los investigadores señalaron que es importante una formación y sensibilización a la sociedad sobre el quehacer científico y humanístico.

Es importante indicar que las comunidades de las dos coordinaciones mostraron una gran apertura y señalaron la necesidad de tener una vinculación entre la investigación científica y la humanística-social; que las respuestas de los investigadores revelan que la mayoría reconoce venir de una formación empírica inductiva.

No se encontraron diferencias significativas en relación con las concepciones de ciencia en la muestra entrevistada de la Coordinación de la Investigación Científica, ya que gran parte de sus respuestas y concepciones se centran en el positivismo lógico y su concepción de conocimiento científico oscila entre el empirismo inductivo y el racionalismo crítico, tal como lo expresamos en la gráfica (9), a diferencia de los investigadores de la Coordinación de Humanidades, quienes señalaron que su concepción de ciencia está más orientada al contextualismo relativista de la ciencia. Aunque en algunos casos por sus respuestas podríamos decir que están más vinculados al racionalismo crítico. La información analizada indica que los investigadores están entre una concepción de ciencia lógico empirista y las ideas alternativas sugeridas por Popper (1972) y Kuhn (1982) entre otros (véase cuadro 5, cap. 4).

Un aspecto en común que se expresó es la inaplazable necesidad de trabajar por programas de investigación y superar la organización por estancos, producto de la herencia de la organización de la universidad napoleónica, que marca la docencia

en las Escuelas y Facultades, y el modelo alemán, que organiza la Investigación en los Centros e Institutos, como lo mencionamos en el capítulo 1 de este trabajo.

Se coincidió también en la urgente necesidad de que la UNAM cuente con un financiamiento mayor, que impulse la investigación y la formación de investigadores. Ambas comunidades proponen la búsqueda de opciones alternativas de financiamiento.

Hasta aquí las diferencias y semejanzas, por lo que en síntesis podemos destacar que más allá de las tradiciones y las imágenes de ciencia se encuentra una serie de puentes teórico metodológicos que el mismo desarrollo del conocimiento científico ha posibilitado en las diferentes áreas de conocimiento.

5 Concepciones de ciencia y mejoramiento de la enseñanza de la ciencia

En las últimas décadas se ha presentado un incremento en el interés por realizar la investigaciones en torno a lo que acontece en el aula, en relación con la manera en la que se enseña y aprende la ciencia, rebasando los cuestionamientos y las interrogantes que surgieron a raíz del lanzamiento del Sputnik en 1957, por los soviéticos, tema que ha sido desarrollado en diversos artículos (Candela, 1995; Alvarado y Flores, 2003), y que es un aspecto que nos permite entender por qué se convierten en una prioridad estos estudios.

El aumento en las investigaciones y estudios en torno a esta problemática ha posibilitado la paulatina construcción de un ámbito de investigación denominado enseñanza de la ciencia o, bien, didáctica de las ciencias. La forma de denominar este ámbito nos habla de la necesidad inaplazable de trabajar en este campo. Se requieren estudios que vayan desde las construcciones teóricas hasta los sustentos con trabajos de campo que nos posibiliten la construcción del andamiaje para este punto.

La investigación que hemos desarrollado nos permite abordar esta problemática a partir de los investigadores, sujetos activos en el proceso de formación de los cuadros de profesionales de la ciencia, ya que son ellos quienes a través de su quehacer promueven, ya sea de manera consciente o inconsciente, las imágenes y concepciones de ciencia de sus alumnos, y éstos a su vez la van reproduciendo o modificando. Sabemos que es en el intercambio de saberes y experiencias profesionales en donde se da la construcción social del conocimiento que tiene su sustento en las creencias, costumbres, tradiciones, así como las concepciones de los sujetos cognoscentes.

Con base en lo que reportamos en el punto 4.4 Situación actual de la enseñanza de la ciencia en la UNAM (capítulo anterior), podemos confirmar una vez más que para mejorar la enseñanza de la ciencia se han presentado un sinnúmero de propuestas desde diferentes concepciones y enfoques educativos, y pareciera ser que no ha tenido el impacto y la aceptación requerida.

Consideramos necesario señalar que en los últimos 10 a 15 años, la enseñanza de la ciencia se ha convertido en el foco de interés de los científicos, los maestros y los educadores de ciencia. Día con día se levantan departamentos de enseñanza científica por todo el mundo (Elkana 2000), y se incrementa el número de reportes de investigación que se realizan en las instituciones educativas (capítulo 2).

En este contexto, investigadores como Duschl y Wright (1989) y Lederman (1993, 1999) señalan que los maestros pocas veces consideran la naturaleza de la ciencia cuando planean su enseñanza o toman decisiones educativas. A través del tiempo se han realizado investigaciones que dan sustento; se destaca en las más recientes que la reflexión de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia y la práctica en el aula no es automática; que es extremadamente compleja por naturaleza (Lederman 1999), debido entre otras causas a que las creencias, concepciones, compromisos epistemológicos de los maestros son fuerzas

potentes en la determinación de las características del ambiente educativo (Duschl 1989: 467). Si aunamos a ello la resistencia al cambio por algunos de los investigadores, la situación se complica y problematiza aún más, ya que “observamos el mundo a través de lentes teóricos contruidos desde el conocimiento previo”, desde el esquema teórico-referencial que nos constituye, y desde ese esquema damos respuesta con nuestras acciones y nuestros compromisos epistemológicos.

En esta misma orientación, Cobern (2000) señala que si reconocemos que en el salón de clase todos los sistemas de conocimiento están fundados en presuposiciones, reintroduciría una discusión sobre la interrelación entre la naturaleza y el significado del conocimiento de la ciencia, lo cual puede ser verificado con las respuestas expresadas por los investigadores, quienes señalaron que es de gran importancia el mantenerse vinculados a los alumnos, puesto que es en ese espacio en el cual se da el intercambio y las condiciones para mejorar la enseñanza.

A manera de cierre de este aspecto nos quedan las siguientes interrogantes: ¿Cuál es la naturaleza de las concepciones de ciencia y cómo se vinculan con la enseñanza? ¿De qué manera se puede promover el estudio de las relaciones que tienen las concepciones de ciencia con la enseñanza de la ciencia? ¿De qué manera influyen las concepciones de los investigadores en la formación de los alumnos?

6 Expresiones e ideas en torno a la enseñanza de la ciencia

La mayoría de los investigadores entrevistados consideran que la enseñanza de la ciencia consta de una serie de acciones que requieren de actualización en cuanto a conocimientos, métodos de investigación creativos y métodos de enseñanza que permitan al alumno familiarizarse con la naturaleza de la ciencia; es decir, a las “características de la ciencia como forma de construir conocimiento. No existe una

sola NdC, de modo que cualquier simplificación constituye una representación parcial de la misma, y de hecho, convive en competencia con otras representaciones también parciales”. (Rudolph, 2003 cit. en Vázquez, 2004: 4. Encontramos que los entrevistados no expresaron en sus respuestas las diferencias en su visión de ciencia y de enseñanza, esta última la refieren como un campo de estudio que abarca aspectos sociales, filosóficos, psicológicos y cognitivos, lo cual lo hace sumamente complejo y en ocasiones poco accesible para el investigador, quien se ocupa más de la investigación científica.

Algunos investigadores mostraron poca claridad y conflicto al diferenciar entre lo que es ciencia y lo que significa enseñar ciencia. Los investigadores y los profesores deberían ocuparse más en que los alumnos comprendan el proceso de la ciencia, más que en informar hechos científicos; explicar más el proceso y sus características, más que centrarse en los resultados (Brickhouse, 1989).

Para mejorar la enseñanza de la ciencia es necesario que los maestros de ciencia sean informados de que los conceptos de epistemología operantes en el desarrollo de las habilidades cognitivas de los aprendices son consistentes con los procedimientos encontrados en el crecimiento del conocimiento científico (Duschl 1989). Para ello se requiere de estudios en filosofía de la ciencia, lo cual los llevará a aclarar el pensamiento de los maestros sobre la naturaleza de la ciencia y les ayudará a entender mejor los papeles y los métodos que guían el estudio de la disciplina objeto de estudio (Martín, 1972 cit. en MC Comas, 1998). Al respecto, los entrevistados F1, F2, F3, expresaron en diferentes momentos la importancia de que los investigadores realicen estudios de filosofía de la ciencia; los auxiliaría a poder explicitar sus compromisos epistemológicos o, bien, sus concepciones de ciencia.

En cuanto a la importancia de comprender los papeles y métodos de estudio de la enseñanza de la ciencia, Brickhouse (1990: 58) señala que los cambios en el entendimiento de los científicos se dan sustancialmente en la forma en que se

interpreta la evidencia, ya que la concepción o el entendimiento de la naturaleza de la ciencia, como una construcción válida socialmente, tiene implicaciones en la educación científica.

A continuación presentamos, a manera de ejemplo, algunas de las respuestas de los investigadores en el tema que nos ocupa:

La vinculación que hay entre la investigación con la enseñanza de la ciencia es una “interacción bastante activa en estos momentos,” por ello es que existen en la Facultad de Química dos materias que “implican tener un proyecto de investigación y desarrollar el proyecto de investigación”, que son de apoyo a la enseñanza de la ciencia (2Q).

El que los investigadores den clase “mejoraría considerablemente la enseñanza de la ciencia, porque finalmente es para impactar en los alumnos” Es de gran importancia recuperar la vinculación de la docencia con la investigación (3Q).

Para que se desarrolle la ciencia es importante “ir motivando a los estudiantes que van saliendo del área de ciencias a que le encuentren un atractivo,” por lo que es importante “tener un fuerte vínculo entre el trabajo de investigación y la docencia” (4Q).

Las concepciones de la ciencia influyen en la enseñanza porque “la docencia cumple varios aspectos, tanto para enseñarle a los estudiantes como para que uno mismo aprenda a expresar de forma lógica y útil los conocimientos que uno va generando como investigador” (1F).

Los investigadores entrevistados señalaron que es de gran importancia mantenerse vinculados a los alumnos a través de su clase, ya que ése es el momento para interactuar con los alumnos, a través del trato cotidiano dar a conocer lo que es la ciencia, ya que la vinculación docencia-investigación es uno

de los ejes del trabajo científico, en el momento en que se da la interacción del investigador o, bien, el maestro con el alumno y con el grupo. Así tenemos que es importante y necesario realizar investigaciones que profundicen en estas relaciones.

También es necesario promover e impulsar investigaciones que rescaten la gran valía que existe entre los académicos de nuestra universidad. ¿Por qué no se recuperar la riqueza de la experiencia que existe en las escuelas, facultades e institutos de la UNAM?

7 Barreras en el aprendizaje de la ciencia

Las barreras que obstaculizan el aprendizaje de la ciencia son múltiples; los investigadores entrevistados, así como los reportes de los estudios realizados indican que esto es debido entre otras cosas a la educación básica; a una incomprensión por parte de los maestros e investigadores que imparten la enseñanza; al no apoyo en las instituciones y a los pocos recursos para la formación de investigadores. Al respecto, Meichtry (1993) dice que cada estudiante debe aprender cómo se formulan, se prueban e inevitablemente se revisan las ideas científicas. Él o ella debe aprender lo que impulsa a los científicos a comprometerse en esta actividad. La resistencia a cambiar continuará influyendo en la adquisición de nuevos conceptos de igual manera que las concepciones erróneas de los estudiantes (Meichtry, 1992).

Otros autores (Burbules, 1991) señalan que existen ciertos problemas que interfieren en el aprendizaje de la ciencia, entre ellos: 1) los estudiantes llegan a percibir el aprendizaje como la memorización de hechos y fórmulas, no como el desarrollo de habilidades para investigar problemas por su cuenta; 2) los estudiantes rara vez ven una relación entre la ciencia que ellos aprenden en la escuela y los problemas científicos que se encuentran en su vida cotidiana, y 3) que el aprendizaje científico en las escuelas es casi enteramente individual y no

social. A ello se suma el que tienen un conocimiento muy limitado y en ocasiones distorsionado de la naturaleza de la ciencia, lo que en ocasiones detiene su avance, ya que pareciera ser que los estudiantes no se han hecho conscientes de las preguntas contemporáneas que vienen de la reflexión epistemológicas (Larochelle, 1991).

Por ejemplo, nuestros entrevistados expresaron que:

La memorización de cosas intrascendentes o la formación de científicos poco reflexivos [hace que no haya interés en la ciencia] Existe una vinculación entre las concepciones de ciencia y la enseñanza de la misma, pero mal planteada y enseñada, tanto en la educación básica, media y media superior porque solamente quedan como herramientas sin responder preguntas que el adulto necesita saber para su vida cotidiana. (1Q)

Un problema grave en la enseñanza de la ciencia de la UNAM es que la parte práctica está muy descuidada, y una solución a ello es llevar a los estudiantes a los laboratorios y tener buenos maestros que enseñen a nuestros alumnos a ser creativos. (2F)

Como hemos visto existe una estrecha vinculación entre los resultados de este estudio y lo que plantean varios investigadores, sin embargo seguimos detectando que en torno a las concepciones de ciencia y su enseñanza continúa predominando una ausencia práctica y conceptual, lo cual nos conduce necesariamente a proseguir con el exhorto a realizar investigaciones que aborden las concepciones de ciencia y, más aún, profundicen en la enseñanza de la ciencia bajo la premisa de que si entendemos qué es la ciencia podremos enfrentar con más elementos y conocimientos su enseñanza.

En cuanto a la formación de investigadores, en la UNAM contamos con una gran riqueza y variedad de áreas y temas de investigación, lo cual lo podemos constatar con tan sólo consultar la información que difunden los centros e institutos. Más aún, son por demás interesantes las experiencias narradas por cada uno de los investigadores que participaron en los Ciclos de Conferencias que

anotamos antes —“Forjadores de la Ciencia” y “Mi vida en la Ciencia”— quienes nos compartieron su proceso de formación como investigadores; así como la participación que han tenido en la formación de nuevos cuadros. A manera de ejemplo presentamos una participación en uno de los ciclos de conferencias:

Comencé a transitar en el infinito e intrincado campo de la investigación, como ayudante del doctor Manuel Ruiz Oronoz, cuando aún era estudiante de licenciatura. Al principio, sin ninguna remuneración económica, aunque siempre con un estímulo académico; y en 1945 fui nombrado auxiliar de investigación, lo cual me permitió entrar a la nomina de nuestra magnánima alma mater, y desde entonces he tenido la fortuna de permanecer en ella. (Herrera Suárez 2004: 8)

Los entrevistados también expresaron sus propuestas, pues consideraban que es necesario conocer los problemas y dar soluciones a los mismos. Una propuesta para la formación de investigadores consiste en impulsar una actitud más realista y efectiva ante el conocimiento científico al promover en el aula un aprendizaje social y una investigación científica vinculada con su realidad (Burbules, 1991).

En resumen tenemos dos modalidades en la formación de los discípulos: la primera nos presenta una trayectoria de vida, al explicarnos cómo fue su proceso y cuál ha sido su participación en la formación de sus discípulos; la segunda es un planteamiento producto de las investigaciones de Burbules.

Para mejorar el aprendizaje de la ciencia deben utilizarse: “Los métodos de conceptualización [exponiendo] la forma de estudiar van a hacer que los alumnos se consulten, se critiquen y entre ellos mismos se desarrollen” (CA). Otra forma de proporcionar una buena enseñanza de la ciencia es invitar a los estudiantes a participar en las investigaciones “porque van a aprender, sacan provecho; ellos ven su tesis y nosotros también, porque nos aportan la ayuda y es una ayuda mutua; es una especie de simbiosis” (4B). Las respuestas de estos dos investigadores son una expresión representativa de los resultados obtenidos.

Podemos afirmar que no son únicamente barreras para el aprendizaje, sino que también son barreras para la enseñanza debido al vínculo didáctico-pedagógico que se da entre los diferentes actores en toda relación educativa, y en el proceso dinámico de enseñanza aprendizaje, lo cual va más allá de la dificultad de comprender y explicar la complejidad del aprendizaje y el proceso de conocimiento; de plantearnos cuál es la mejor organización curricular que puede promover un mejor aprendizaje en los alumnos. Esto nos lleva a considerar la misma estructura y construcción social e individual del conocimiento, a una reflexión más amplia en la que se encuentra inmersa la educación superior.

8 Propuestas para la enseñanza de la ciencia

En este apartado hemos de presentar de manera sintética las propuestas que los investigadores expresaron y posteriormente su sustento teórico.

Los investigadores han expresado que los programas son insuficientes. Se requiere unos que busquen mejorar la enseñanza de la ciencia a través de la actualización y formación de profesores en propuestas alternativas para la enseñanza de la ciencia.

- La formación de Recursos Humanos en interdisciplina.
- La necesidad de realizar trabajos interdisciplinarios que borren fronteras; que tiendan puentes entre las áreas del conocimiento, a través de impulsar una cultura científica holística, integradora.
- La reorganización de las funciones universitarias para que promuevan una formación integral de los alumnos.
- La reorganización de la estructura académica que promueva la vinculación docencia-investigación-difusión de la cultura.

- La formación de científicos es quizá el más grande reto para toda institución, docente e investigador, que participan en ello, ya que es en esta acción donde se conjugan todas las demás y las inversiones en la formación de un discípulo.

Si consideramos como punto de referencia el sustento teórico presentado en el capítulo 2, podemos observar que para mejorar la enseñanza de la ciencia los autores proponen lo siguiente:

Proveer a los estudiantes de experiencias en investigación científica es ciertamente un comienzo, pero los estudiantes necesitan también que la naturaleza de la ciencia sea explícita a través de discusiones y reflexiones sobre la naturaleza de la investigación. (Lederman, 1999)

Porque los profesores ponen un gran énfasis en una gran cantidad de contenidos científicos, la prioridad es la naturaleza de la ciencia, cómo procede ésta, cómo la comunidad científica decide qué aceptar y qué desechar, cómo se constituye la ciencia en un gran cuerpo de conocimiento y el desarrollo del mismo. Entender lo sustantivo de la ciencia sin entender su construcción y límites puede ser un grave problema. (Griffiths, 1993)

Los estudiantes deben experimentar las actividades y los procesos de la empresa científica para entenderlos completamente y esto permitirá que lleguen a un mejor entendimiento de los métodos de investigación científica, cuando participen en estas actividades como parte de un grupo social. Y tal vez sería conveniente considerar el planteamiento de Lakatos sobre los programas de investigación científica. (Burbules, 1991:11)

Como hemos visto las propuestas de los investigadores tienen eco en las ideas de diferentes expertos en la educación de la ciencia, pero lo más importante es empezar con las acciones para poder superar los obstáculos en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, entre las acciones prioritarias podemos mencionar:

- Un programa de investigación que aborde por un lado las Concepciones de Ciencia y por el otro la actualización, formación de investigadores y profesores que los conduzcan a reconocer y expresar sus compromisos epistemológicos.
- La falta de claridad por parte de la mayoría de los investigadores entrevistados en cuanto a sus concepciones y compromisos epistemológicos es importante abordarla para que no se convierta en una gran debilidad.
- La creación de un programa de formación de investigadores que aborde las diferentes áreas de investigación de la UNAM, el cual podría estar a cargo de un equipo interdisciplinario.
- La integración de los diferentes grupos de investigación en torno a la enseñanza de la ciencia para no duplicar investigaciones, y de esta manera sumar esfuerzos.
- El impulso, reconocimiento y apoyo a la investigación educativa en el área de enseñanza de la ciencia y formación de científicos.

La diversidad de experiencias y trayectorias que conforman y fortalecen a la UNAM, que se transforma en la riqueza de la población académica, al no actualizarse puede llegar a ser su gran debilidad. Por ello es importante y necesario promover e impulsar las acciones educativas y pedagógicas que estudien y den posibles respuestas a la vinculación enseñanza de la ciencia-investigación, enseñanza de la ciencia-difusión, así como a la integración de grupos multidisciplinarios, en un primer momento, que aborden esta problemática; y más adelante en la conformación de un objeto de estudio interdisciplinario que se estudie como una totalidad por parte de los diferentes actores del proceso educativo.

9 La enseñanza de la ciencia, un reto epistemológico, axiológico y ontológico

De lo expuesto hasta el momento en los ocho puntos anteriores de nuestra conclusión, principalmente en los últimos cuatro en los que abordamos la

perspectiva educativa-pedagógica-didáctica de nuestra investigación, llegamos a la propuesta de promover e impulsar los estudios sobre las concepciones de ciencia y su natural vínculo con la pedagogía.

A partir de las respuestas de los investigadores pudimos inferir que consideran la importancia de la ciencia desde los valores mismos de la ciencia, de la potencialidad que encierra para el crecimiento del sujeto y el desarrollo de nuevos vínculos con su objeto de conocimiento en la relación que tienen como investigadores con la sociedad, con su objeto y área de conocimiento.

Como sustento a esta afirmación, diferentes autores han señalado: “En las opiniones de Cleminson y de Ryan y Aikenhead, los estándares para la aceptación de las creencias científicas están también fuertemente sujetas a la influencia histórica y social. En dos principios Cleminson enfatizó de forma relacionada que la ciencia es “una actividad personal e inmensamente humana” sujeta a la subordinación humana: “abandonar el conocimiento compartido que ha sido falsificado generalmente se da con reticencia” (cit. en Alters, 1997: 41; Eflin 1999).

Es necesario realizar estudios de filosofía de la ciencia, que aclaren el pensamiento de los maestros sobre la naturaleza de la ciencia y ayuden a que ellos entiendan los papeles y métodos que guían el estudio de la disciplina (Martín 1972). De este tipo de investigaciones podríamos destacar la estrecha relación, así como la interacción, que existe entre la ciencia de cada generación y la filosofía de la ciencia, y destacar la correspondencia de éstas con la enseñanza de la ciencia, ya que tal y como lo dice Elkana (2000), con menor frecuencia se señala la conexión de estas dos con la enseñanza de la ciencia.

A manera de cierre de lo que han planteado en diferentes estudios y para destacar la importancia de este tipo de trabajos, Koulaidis y Ogborn (1995) consideran que una investigación detallada de las creencias ontológicas de los maestros podría

revelar la razón de ellos, así como la interacción entre las actividades pedagógicas, filosóficas y científicas.

Para enseñar ciencia como investigación se requiere que los investigadores de la Coordinación de la Investigación Científica, principalmente, y de la Coordinación de Humanidades, que no estén formados en el área de filosofía de la ciencia cuenten con una comprensión sobre la naturaleza de la ciencia, sobre sus propias concepciones de ciencia. Sabemos, por los trabajos que hemos realizado, que las concepciones de los académicos cambian con mucha dificultad debido, entre otras cosas, a su natural defensa por lo conocido y lo incierto del cambio, de lo desconocido; sin embargo, consideramos que enfrentar un reto como el de la enseñanza de la ciencia tiene muchas implicaciones, una de ellas es la posibilidad del aprendizaje y el cambio, punto de partida y arribo de toda pedagogía.

Podemos decir, como una gran conclusión, que mas allá de ser un problema educativo pedagógico-didáctico y epistemológico, la enseñanza de la ciencia se ha convertido también en un problema axiológico y ontológico.

Esta conclusión la sustentamos en que el objeto de estudio y reflexión denominado enseñanza de la ciencia en nuestros primeros acercamientos, lo investigamos desde lo elementos teóricos y metodológicos que ofrecen la pedagogía y la didáctica. Conforme nos fuimos adentrando en el trabajo, de campo, con los investigadores, conocimos una nueva perspectiva indispensable para su comprensión. Nos referimos al ámbito epistemológico y, dentro de éste, específicamente a las concepciones de ciencia. Ahora que hemos intercambiado nuevamente con los investigadores de diferentes áreas y ámbitos del conocimiento nos hemos encontrado con que más allá de sus concepciones de ciencia están sus propias concepciones del ser, sus valores y principios, sus relaciones con ellos mismos y con su realidad, así como la manera en que determina su quehacer científico y, por ende, su papel como formadores,

reproductores o transformadores en la educación y en la enseñanza de la ciencia contemporánea.

Producto de este recorrido, llego una vez más a comprender y confirmar mi concepción de la pedagogía como una actividad con una dimensión interdisciplinaria (González, P. 2004: 27), pues es el centro de la actividad educativa y de enseñanza, inherente a las diferentes ramas del saber. Por ello es un espacio de cambio y renovación constante abierto a las diferentes corrientes de pensamiento.

Comparto con el doctor Pablo González Casanova que hoy diálogo y pedagogía interdisciplinaria se fomentan al más alto nivel. Piensan los nuevos intelectuales, según afirma Stern Jobes, que “todo hombre civilizado debe ser capaz de hablar en términos generales sobre las alternativas científicas y no científicas [...] Los nuevos científicos luchan por hablar y escribir bien [asimismo] También aumentan los pedagogos que precisan los puentes psicológicos, cognitivos, coloquiales, para acercarse a especialistas de distintas disciplinas; para salir de una disciplina e ir a otra, u otras, para invitar a quienes tienen una especialidad distinta de la propia a adentrarse en la que uno domina (González P., 2004: 33-34). Esta concepción de la pedagogía, como una especialidad interdisciplinaria, es finalmente una invitación a entrar a una nueva cultura.

Se han reportado los resultados y conclusiones de esta investigación, ello nos lleva a proponer una gran aventura intelectual y académica, que se traduce en un gran reto de lo mucho por venir y el trabajo a realizar en torno a lo educativo-pedagógico-didáctico de la enseñanza de la ciencia, su epistemología, axiología y ontología en el quehacer del científico.

REFERENCIAS

Referencias

- Abd-El-Khalick, F. Bell R. y Lederman, N.** (1998). "The nature of science and instructional practice: Making the unnatural". *Science Education*, 82, 417-436.
- Abell, S. y Eichinger, D.** (1998). "Examining the epistemological and ontological Underpinnings in science education: an introduction", *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 107-109.
- **y Smith D.** (1994). "What is science?: preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science". *International Journal of Science Education*, 16(4), 475-487.
- Abimbola, I. O.** (1983). "The relevance of the "new" philosophy of science for the curriculum". *School Science and Mathematics*, 83, 181-193.
- Abreu, Luis Felipe y Sara Rosa Medina.** (1991). "Desarrollo científico-tecnológico y educación: hacia la tercera revolución industrial". En Campos, Miguel Ángel y Jaime Jiménez, *El sistema de ciencia y tecnología en México*. México: IMAS-UNAM, 193-206.
- Aguirre, et al.** (1990). "Students teachers conception of science, teaching and learning: a case study in preservice science education". *International Journal of Science Education*, 12 (4), 381-390.
- Aikenhead, G.** (1973). "The measurement of high school student's knowledge about science and scientists". *Science Education*, 57, 539-549.
- **y Ryan, A.** (1992). "The development of a new instrument: Views on Science-Technology-Society (VOSTS)", *Science Education*, 76(5), 477-491.

Akindehin, F. (1998). "Effect of an instructional package on preservice science teachers' understanding of the nature of science and acquisition of science-related attitudes". *Science Education*, 72, 73-82.

Alvarado, R. María Eugenia. (1989). "Propuesta didáctica para la formación de docentes en una disciplina". *Perfiles Educativos*, México, enero-junio, 62-67.

----- (1998). *La concepción de la ciencia en la UNAM. Su enseñanza*. Tesis de maestría. México: UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, División de Posgrado, 264.

----- (2001). "La pedagogía frente al nuevo milenio, un desafío interdisciplinario". *Revista Ethos Educativo*, núm. 25, Morelia Michoacán, abril, 114-123.

----- y **Fernando Flores.** (2002). "Concepciones de ciencia de los investigadores de la UNAM. Implicaciones para la enseñanza de la ciencia". *Revista Perfiles Educativos*, 32-52.

Andersen, H., Harty, H. y Samuel, K. (1986). "Nature of science, 1969 and 1984: preservice secondary science teachers", *School Science and Mathematics*, 86(1), 43-50.

Anderson, K. E. (1950). "The teachers of science in a representative sampling of Minnesota schools". *Science Education*. 34, 57-66

Bachelard, G. (1985). *El compromiso racionalista*. México: Siglo XXI Editores.

Barufaldi, J., Bethel, L. y Lamb, W. (1977). "The effect of a science methods course on the philosophical view of science among elementary education majors". *Journal of Research in Science Teaching*, 14(4), 289-294.

Bazant, Milada. (1985). *Debate pedagógico durante el Porfiriato*. México: Ed. Caballito, 157.

Beller, Walter, B. Méndez y S. Ramírez. (1973). *El positivismo mexicano*. México: UAM-Xochimilco.

Benson, G. (1989). "Epistemology and science curriculum". *Journal of Curriculum Studies*, 21(4), 329-344.

Bentley, M. y Garrison, J. (1991). The of philosophy of science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 2(3), 67-71.

Bernal, D. John. (1959). *La ciencia en la historia*. México: UNAM, Dirección General de Publicaciones.

----- (1981). *La ciencia en nuestro tiempo*. México: UNAM, Dirección General de Publicaciones.

Bloom, J. (1989). "Preservice elementary teachers' conceptions of science: science, theories and evolution". *International Journal of Science Education*, 11(4), 401-415.

Blum, Elsa. (1992). "La política de ciencia y tecnología y sus repercusiones para la universidad". En Campos, Miguel Ángel y Sara Rosa Medina, *Política científica e innovación en tecnológica en México. Retos para la universidad*, 51-67.

Bracho, Felipe. (1992). "El hilo de la modernidad: notas sobre la informática en México y el caso de la UNAM". En Campos, Miguel Ángel y Sara Rosa Medina, *Política científica e innovación en México. Retos para la universidad*, 167- 202.

Brickhouse, Nancy. (1989). "The teaching of philosophy of science in secondary classrooms: case studies of teachers' personal theories" *International Journal of Science Education*, 11 (4), 437-449.

----- (1990). "Teacher's beliefs the nature of science and their relationship to classroom practice", *Journal of Teacher Education*, 41(3), 53-62.

----- y **Bodner, G.** (1992). "The beginning science teacher: Classroom narratives of convictions and constraints", *Journal of Research in Science Teaching*, 29(5), 471-485.

Bruner Jerome, S. (1972). *El proceso de la educación*. México: Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana.

Burbules, N. y Linn, M. (1991). "Science education and Philosophy of science: congruence of contradiction?". *International Journal of Science Education*, 13(3), 227-241.

Bybee, R. Powel, J., Ellis J., Giese, J., Parisi, L. y Singleton, L. (1991). "Integrating the history and nature of science and Technology in science and social studies curriculum". *Science Education*, 75(1), 143-155.

Campanario, J. M. y Aída Moya. (1999). "¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas". *Enseñanza de las ciencias*, 17 (2), 179-192.

Campanario, J. M. y Otero, J. (2000). "Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 155-169.

Campanario J. M. (2003). "Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencia sobre la didáctica de las ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*. España, 21(2), 319-328.

Campos, Miguel Ángel y Sara Rosa Medina. (1992). *Política científica e innovación tecnológica en México. Retos para la universidad*. México: Editores, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM, 219.

----- **y Jaime Jiménez (eds.)**. (1991). *El Sistema de Ciencia y Tecnología en México*. México: Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM, 233.

----- **y Leonel Corona (eds.)**. (1994). *Universidad y vinculación: nuevos retos y viejos problemas*. México: Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM, 161.

Candela M., Ma. Antonia. (1986). "Tendencias internacionales en la enseñanza de las ciencias naturales". *Revista Cero en Conducta*, 1(6) México, 7-11.

----- **(1995)**. "Investigación y desarrollo en la enseñanza de las ciencias naturales". *Cero en Conducta*, año 10, núms. 38-39, enero-abril, 71-94.

Cañal, P., y R. Porlan. (1987). "Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo". *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 5, núm. 2, 89-96.

Cao, Tian Yu. (1998). *La revolución kuhniana y el giro posmodernista en la historia de la ciencia*. México: CEIICH-UNAM, 59.

Capel, Horacio. (1990). *Historia de la ciencia e historia de las disciplinas científicas*. México: Facultad de Filosofía y Letras UNAM, 45.

Carey, Russell L. y N. Stauss. (1968). "An analysis of the understanding of the nature of science by prospective secondary science teachers". *Science Education*, 52, 358-363.

----- (1968). "An analysis of the understanding of the nature of science by prospective secondary science teachers". *Science Education*, vol. 52, núm. 4, 358-353.

Carey, S., R. Evans, M. Honda, E. Jay y C. Unger. (1989). "An experiment is when you try it and see if it works': a study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge". *International Journal of Science Education*, 11(5), 514-529.

Carey, R. L. y N. Stauss. (1970). "An Analysis of experienced science teachers' understanding of the nature of science". *School Science and Mathematics*, 70 366-376.

Casas Rosalba y Luna Matilde. (1994). "Condicionantes políticos de la nueva relación entre universidad e industria". En Campos, Miguel y Leonel Corona, *Universidad y vinculación: nuevos retos y viejos problemas*. México: IMAS-UNAM, 1-18.

Cleminson, A. (1990). "Establishing an epistemological base for science teaching in the of contemporary notions of the nature of science and of how children learn science". *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 429-445.

Cobern, W. (1991). "Introducing teachers to the philosophy of science: the card exchange". *Journal of Science Teacher Education*, 2(2), 45-47.

-----, **Gibson A. y S. Underwood.** (1999). "Conceptualizations of nature, an interpretive study of 16 ninth grades' everyday thinking". *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 541-564.

Cobern, W. (2000). "The nature of science and the role of knowledge and belief". *Science & Education*, 9(3), 219-246.

Collins, A. (1995). "National science education standards in the United States: A process and a product". *Studies in Science Education*, 26, 7-37.

Cortez, R. y M. Niaz. (1999). "Adolescents understanding of observation, predication, and hypothesis in everyday and educational contexts". *The Journal of Genetic Psychology*, 160(2), 125-141

Cotham, J. y E. Smith. (1981). "Development and validation of the conceptions of science theories test". *Journal of Research in Science Teaching*, 18(5), 387-396.

Dewey, John. (1916). *Democracia y educación*. Buenos Aires: Paidós.

----- (1967). *El hombre y sus problemas*. Buenos Aires: Paidós.

Domínguez, Martínez Raúl. (1998). *Cincuenta años de ciencia universitaria una visión retrospectiva*. México: Coordinación de Humanidades, Coordinación de la Investigación Científica, UNAM, 119.

Driver, R., J. Leach, Miller y P. Scott. (1996). *Young peoples images of science*. Bristol, Pennsylvania: Open University Press.

Duschl, R. A. (1985). "Science education and philosophy of science: Twenty-five years of mutually exclusive development". *School Science and Mathematics*, 87, 541-555.

----- **R. A.** (1988). "Abandoning the scientific legacy of science education". *Science Education*, 72, 51-62.

----- **y E. Wright.** (1989). "A case study of school teachers' decision making models for planning and teaching science". *Journal of Research in Science Teaching*, 26(6), 467-501

----- (1990). *Restructuring science education: the importance of theories and their development*. New York: Teachers College Press.

Eflin, J., S. Glennan y G. Reisch. (1999). "Comments and Criticism. The nature of science: a perspective from the philosophy of science". *Research in Science Teaching*, 36(1), 107-116.

Elkana, Y. (1970). "Science, philosophy of science and science teaching". *Educational Philosophy and Theory*, 2, 15-35. [Reproduced in 2000, *Science & Education*, 9(5), 463-485].

Feyerabend, P. (1975). *Tratado contra el método*. México: Siglo XXI.

Fleury, S. y M. Bentley. (1991). "Educating elementary science teachers: alternative conceptions of the nature of science". *Teaching Education*, 3, 57-67.

Flores, F. A. López, L. Gallegos y J. Barojas. (2000). "Transforming science and learning concepts of physics teachers". *International Journal of Science Education*, 22(2), 197-208.

Flores Camacho, Fernando. (1995). *Epistemología y enseñanza de la ciencia*. México: UNAM, Facultad de Medicina (Serie Seminarios Institucionales), 9-20.

----- y **Leticia Gallegos.** (1993). "Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de la ciencia". *Perfiles Educativos*, núm. 62, octubre-diciembre, 24-30.

Gallager, J. (1991). "Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science". *Science Education*, 75(1), 121-123.

García de León, Porfirio. (1993). "En búsqueda de una imagen para el México del siglo XIX". En *La historia del quehacer científico en América Latina*. México: UNAM-Centro Coordinador y Difusor de Estudios Latinoamericanos, 57-72.

Gaskell, P. (1992). "Authentic science and school science". *International Journal of Science Education*, 14(3), 265-272.

Giere, R. N. (1988). *Explaining science: A cognitive approach*. Chicago: University of Chicago Press.

Gil Cuadra, Francisco y Luis Rico Romero. (2003). "Concepciones y creencias del profesorado de secundaria sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas". *Enseñanza de las ciencias*. Granada, España, 21(1), 27-47.

Gil-Perez, D. y J. Carrascosa-Alis. (1994). "Bringing pupils' learning closer to a scientific construction of knowledge: A permanent feature in innovation in science teaching". *Science Education*, 78, 301-315.

Givev, D. (1990). "Towards a new image of science: science teaching and non-analytical philosophy of science". *Studies in Philosophy and Education*, 10, 63-71.

Glasson, G. y M. Bently. (2000). "Epistemological undocuments in scientists' reporting of research to teachers". *Science Education*, 84..469-485.

González Casanova, Pablo. (2004). Las nuevas Ciencias y las Humanidades. De la Academia a la Política". *Anthropos*. España: Editorial Complutense, IIS-UNAM, 478.

Gortari, Eli de. (1957). *La ciencia en la Reforma*. México: Centro de Estudios Filosóficos UNAM, Centenario de la Constitución de 1857, Imprenta Universitaria, 90.

----- (1980). *La ciencia en la historia de México*. México: Grijalbo, 446.

Griffiths, A. K. y M. Barry. (1993). "High school students' view about the nature of science". *School Science and Mathematics*, 93, 35-37.

----- (1995). "High school students' views about the nature of science: result from thee countries". *School Science and Mathematics*, 95(5), 248-255.

Haidar, A. (1999). "Emirates pre-services and in service teachers' view about the nature of science". *International Journal of Science Education*, 21(8), 807-822.

Hammrich, P. (1997). Confronting teacher candidates' conceptions of the nature of science. *Journal of Science Teacher Education*, 8(2), 141-151.

Hammer, D. (1994). "Epistemological beliefs in introductory physics". *Cognition and Instruction*, 12,151-183.

Hempel, C. G. (1984). *Filosofía de la ciencia natural*. Madrid: Alianza Editorial.

Herrera Suárez, Teófilo. (2004). "Impresiones de un breve recorrido de la memoria a través de más de medio siglo en la UNAM". En Forjadores de la ciencia en la UNAM. México: UNAM, 56-77.

Hodson, Derek. (1986). "Philosophy of science education". *Journal Philosophy of Education*, 20(2).

----- (1992). "In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration of in science and science education". *International Journal of Science Education*, 14(5), 541-562.

----- (1995). "Philosophy of science, science and science education". *Studies in Science Education*, 12, 25-57.

----- (1999). "Trabajo de laboratorio como método científico: tres décadas de confusión y distorsión". *Revista de Estudios del Currículum*, vol. 2(2), 52-83.

Hogan, K. (2000). "Exploring a process view of students' knowledge about the nature of science". *Science Education*, 84, 510-70.

Holton, Gerald. (1973). *Thematic origins of scientific thought. Kepler to Einstein*. Cambridge, Mass: Harvard University.

----- (1985). *La imaginación científica*. México: FCE.

Jiménez, Jaime. (1991). "La ciencia en el centro y la periferia: problema hacia adentro y hacia fuera". En Campos, Miguel, *El Sistema de Ciencia y Tecnología en México*. 71-104.

Johnson, Harry M. (1973). *Sociología de la institucionalización*. Argentina: Sociología y Política, Paidós (Textos Universitarios 2), 34.

Kimball, M. E. (1967-68). "Understanding the nature of science: a comparison of scientist and science teachers". *Journal of Research in Science Teaching*, 2, 3-6.

Kleiman, G. (1965). "Teachers' questions and student understanding of science". *Journal of Research in Science Teaching*, 3(4), 307-317.

Koulaidis, Vasilius y Ogborn. (1988). Philosophy of Science: an empirical study of teachers' views. *International Journal of Science Education*, vol. 11, núm. 2, 173-184.

----- (1989). Philosophy of science: an empirical study of teachers' views, *International Journal of Science Education*, 11(2), 173-184.

----- (1995). "Science teachers' philosophical assumptions: how well do we understand them?". *International Journal of Science Education*, 17(3), 273-283.

Kuhn, Thomas. S. (1982a). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: FCE.

----- (1982b). *La tensión esencial. Estudios selectos sobre la y el cambio en el ámbito de la ciencia*. México: FCE.

Lakatos, I. (1978). Falsification and the methodology of scientific research programs. En Worrall, J. y G. Currie (eds.), *The methodology of scientific research programmers*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lankin, S. y J. Wellington. (1994). "Who will teach the 'nature of science'?: teacher's view of science and their implications for science education". *International Journal of Science Education*, 16(2), 175-190.

Larochelle, M. y J. Desautels. (1991). "Of course, it's just obvious': adolescents' ideas scientific knowledge". *International Journal of Science Education*, 13(4), 373-389.

Laudan, L. (1977). *Progress and its problems*. Berkeley, CA.: University of California Press.

Leach, J. (1999). "Students' understanding of the co-ordination of theory and evidence in science". *International Journal of Science Education*, 21(8), 789-806.

Lederman, N. y M. Druger. (1985). "Classroom factors related to changes in students' conceptions of the nature if science". *Journal of Research y Science Teaching*, 22(7), 649-662.

----- **y D. Zeidler.** (1987). "Science teachers' conceptions of the nature of science: do they really influence teaching behavior". *Science Education*, 71, 721-734.

----- **y M. O'Malley.** (1990). "Students' perceptions of tentativeness in science: development, use and sources of change" *Science Education*, 74, 225-239.

----- (1992a). "Students' and teachers' conceptions of the science: a review of the research". *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

----- (1992b). "Students' and teachers' conceptions of the nature of science: do they really influence teacher behavior?", *Science Education*, 71, 721-734.

----- (1995). Suching on the of scientific though: are we anchoring curricula in quicksand?. *Science & Education*, 4(4), 371-377.

----- y **R. L. Bell**. (1998). "Assessing the nature of science: what is the nature of our assessments?". *Science & Education*, 7(6), 595-615.

----- (1999). "Teachers' understanding of the science and classroom practice: factors that facilitate or Impede the relationship". *Journal of Science Teaching*, 36(8), 916-929.

López, Ángel, Fernando Flores y Leticia Gallegos. (2000). "La formación de docentes en física para el bachillerato. Reporte y reflexión sobre un caso". *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. vol. 5(9), 113-135.

López, Angel, Diana Rodríguez y Xóchitl Bonilla. (2004). "¿Cambian los cursos de actualización, las representaciones d ela ciencia y la práctica docente?". *Rev. Mex. De Investigación Educativa*. México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa, 699-719.

Loving, K. C. (1991). "The scientific theory Profile: A philosophy of science model for science teachers". *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 23-838.

----- (1997). "From the summit of truth its slippery slopes: science education's journey though positivist-postmodern territory". *American Educational research Journal*, 34, 421-452.

Losee, J. (1989). *Filosofía de la ciencia una investigación histórica*. Madrid: Alianza Universidad.

Lucas, K. y W. Roth. (1996). The nature of scientific knowledge and student learning two longitudinal case studies. *Research in Science Education*, 26,103-129.

Mackay. L. D. (1971). "Development of understanding about the nature of science". *Journal of Research in Science Teaching*, 8(1), 57-66.

Martin, M. (1972). Concepts of science education: a philosophical analysis, Scott, Foresman.

----- (1974). "The relevance of philosophy of science for science education". *Studies in Philosophy of Science*, 32, 293-300.

Martin, B., H. Kass y W. Bruwer. (1990). "Authentic science: a diversity of meanings". *Science Education*, 74, 541-554.

Matthews, M. R. (1990). "History, philosophy and science teaching: a rapprochement". *Studies in Science Education*, 18, 25-51.

----- (1998). "In defense of modest goals when teaching about the nature of science". *Journal of Research in Science Teaching*, 35,161-174.

McComas, W., Clough, M. y H. Almazroa. (1998). "The role of character of the nature of science in science education". *Science & Education*, 7(6), 511-532.

McDonald, D. (1996). "Making both the nature of science and science subject matter explicit intents of science teaching". *Journal of Science Teacher Education*, 7, 183-196.

Medina, Manuel. (2000). *Ciencia-tecnología-cultura del siglo XX al XXI*. Barcelona: Universidad de Barcelona.

Meichtry, Y. J. (1992). "Influencing students understanding of the nature of science: data from a case of curriculum development". *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 389-407.

----- (1993). "The impact of science curriculum on students views about the nature of science". *Journal of Research in Science teaching*, 30(5), 429-443.

----- (1999). "The nature of science and scientific knowledge: implications for a preservice elementary methods course". *Science & Education*, 8(3), 273-286.

Mellado, V. (1997). "Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of nature science". *Science & Education*, 6(4), 323-329.

----- (1998). "The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science"., *Science Education*, 82, 197-214.

Méndez Ramírez, Ignacio. (1994). "Filosofía de la ciencia. Sugerencias en políticas científicas y tecnológicas, en Campos Miguel y Leonel Corona, *Universidad y vinculación: nuevos retos y viejos problemas*. México: IMAS-UNAM. 57-67.

Meyling, H. (1997). "How to change students; conceptions of the epistemology of science". *Science & Education*, 6(4), 397-416.

Munby, H. (1976). "Some implications of language in science education". *Science Education*, 60(1). 115-124.

Nagel, E. (1961). *The structure of science: Problems in the logic of scientific explanation*. Nueva York: Harcourt, Brace and World.

Niaz, M. (1999). "The role of idealization in science and its implications for science education". *Journal of Science Education and Technology*, 8(2), 145-150.

Nott, M. y Wellington, J. (1995). "Critical incidents in the science classroom and the nature of science". *School Science Review*, 76(276), 41-46.

----- (1996). "When Black box springs open: practical work in school science and the nature of science". *International Journal of Science education*, 18(7), 807-818.

----- (1998). "Eliciting, interpreting and developing teachers' understandings of the nature of science". *Science & Education*, 7(6), 579-594.

Nusbaum, J. (1989). "Classroom conceptual change: philosophical perspectives". *International Journal of Science Education*, 11(5), 530-540.

O' Brien, G. E. & Korth, W. W. (1991). "Teachers' self-examination understanding of the nature of science: a history and philosophy course responsive to science teachers' needs". *Journal of Science Teacher Education*, 2, 94-100.

Pallán Figueroa, Carlos. (1994). "Avances y retos de las universidades públicas en materia de ciencia y tecnología". En Campos Miguel y Leonel Corona, *Universidad y vinculación: nuevos retos y viejos problemas*, 19-30.

Palmquist, B. C. y Finley, F. (1997). "Preservice teachers' views of the nature of science during a post baccalaureate science teaching program". *Journal of Research in Science Teaching*, 34(6), 595-615.

Pérez Ransanz. (1999). *Kuhn y el cambio científico*. México: FCE, 15-29.

Pomeroy, D. (1993). "Implications of teacher's beliefs about the nature of science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers". *Science Education*, 77(3), 261-278.

Popper, Karl R. (1972). *Conjeturas y refutaciones*. Barcelona: Paidós, SAICF.

Porlan, R., A. Rivero y R. Martín del Pozo. (1997). "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I". *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 155-171.

----- (1998). "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II". *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.

Poveda Ricaldi, Arcadio. (1985). "75 años de enseñanza y práctica de las ciencias en México". *OMNIA*, vol. 1, núm. 1, 11-16.

Ramírez, José. (2003). *Las representaciones epistemológicas de los profesores sobre la ciencia y sus implicaciones para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en la perspectiva del cambio conceptual*. Tesis de doctorado. México: UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, División de Posgrado, 203.

Ramos Lara, María de la Paz. (1999). "La enseñanza de la física en México en el siglo XVIII. El proceso de institucionalización". *Revista Mexicana de Física*, vol. 45, núm. 2, 193-203.

----- (1997). "Historia de la física en México. ¿Una relación centro-periferia?". *Contactos*, 24, 15-21.

-----, (1999). "La física en México. Homenaje a José Antonio Alzate y Manuel Sandoval Vallarta". *Boletín Sociedad Mexicana de Física*, vol. 13, núm. 4, 157-165.

Rampal, A. (1992). "Images of science and scientist: a study of school teachers' view I: Characteristics of scientists". *Science Education*, 76, 415-436.

Rankin, G. (1995). "A challenge to the theory view of students' understanding natural phenomena". *Science Education*, 79, 693-700.

Robinson, J. T. (1998). "Reflections on science teaching and the nature of science". *Science & Education*, 7(6), 635-642.

Rodríguez Salas, Ma. Luisa. (1990). "Cuadernos de investigación científica y actualización científica en la zona fronteriza del norte de México. Algunos aspectos de su institucionalización". *Cuadernos de Divulgación*, núm. 20, México: UNAM, Instituto de Investigaciones Sociales, 37-43.

----- **et al.** (1982). *El científico en México: su formación en el extranjero, su incorporación y adecuación al sistema ocupacional mexicano*. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Sociales, 9-21.

Rowel, J. A. y E. Cawthron. (1982). "Images of science: an empirical study". *European Journal of Science Education*, 4(1), 79-94.

Roth, W. (1997). "The interaction of learning environment and student discourse about knowledge, learning and the nature of science: two longitudinal case studies". *International Journal of Education Research*, 27, 211-230.

----- **y K. Lucas.** (1997). "From 'truth' to 'invented reality': a discourse analysis of high school physics students' talk about scientific knowledge". *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 145-179.

Rozak, T. (1968). *The making of a counter culture*. Garden City, Nueva York: Anchor Books.

Rubba, P. y H. Anderson. (1978). "Development of an instrument to assess secondary students understanding of the nature of scientific knowledge". *Science Education*, 62 (4), 449-458.

-----, **J. Horner y J. Smith.** (1981). "A study of two misconceptions about the nature of science among junior high school students". *School Science and Mathematics*, 81, 221-226.

Ryan, A. G. y G. Aikenhead. (1992). "Students' preconceptions about the epistemology of science". *Science Education*, 79, 559-580.

Ryder, L., J. Leach y R. Driver. (1999). "Undergraduate science students' images of science". *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 201-219.

Saldaña, Juan José. (1989). *Introducción a la teoría de la historia de las ciencias*. México: UNAM, 267.

Schawb, J. (1960). "What do scientists do?" *Behavioral Science* V, 1-27.

-----, (1969). "The practical: A language for curriculum". *School Review*, 78, 1-23.

Settle, T. (1990). "How to avoid implying that physicalism is true: a problem for teachers of science". *International Journal of Science Education*, 12(3), 258-264.

Shapiro, B. L. (1996). "A case study of change in elementary student teacher thinking during an independent investigation in science: learning about the "face" of science that does not yet know". *Science Education*, 80, 535-560.

Showalter, V. (1974). "What is unified science education? Program objectives and scientific literacy". *Prism II*, 2, 3-4.

Siegel, H. (1993). "Naturalized philosophy of science and natural science education". *Science & Education*, 2(1), 57-68.

Sierra, Justo. (1991). *Obras completas, vol. VIII. La educación nacional*. México: UNAM.

Soberón, Guillermo. (1983). *La Universidad, ahora. Anotaciones experiencias y reflexiones*, con la colaboración de María de los Ángeles Knochenhauer y Cuauthémoc Valdés. México: El Colegio Nacional, 303.

Solomon, J. (1989). "The discussion of social issues in the classroom". *Studies in Science Education*, 18, 105-126.

-----, **J. Duveen, L. Scot y S. McCarrthy.** (1992). "Teaching about the nature of science through history: action research in the classroom". *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 409-421.

----- (1995). "Higher level understanding of the nature of science". *School Science Review*, 76(276),15-22.

-----, **L. Scott y J. Duveen.** (1996). "Large-scale exploration of pupils' understanding of the nature of science". *Science Education*, 80, 493-508.

Songer, N. y M. Linn. (1991). "How do students' view of science influence knowledge integration?". *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 761-784.

Suárez Reynoso, Gerardo y Ana Hilda Gómez Torres. (1994). "Panorama general del Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM". En Campos, Miguel y Leonel Corona, *Universidad y vinculación: nuevos retos y viejos problemas*, 69-99.

Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana*, vol. I: *El uso colectivo y evolución de los conceptos*. México: Alianza Universitaria.

Trabulse, E. (1989). "En búsqueda de la ciencia mexicana", Saldaña, Juan José (comp.), *Introducción a la teoría de la historia de la ciencia*. México: UNAM, 309-336.

----- (1985). "Latinoamérica y la ciencia: un problema de identidad". *Ciencia y Desarrollo*, año XI, núm.62, mayo-junio, 55-63.

Tsai, C. C. (1998). "An analysis of science epistemological beliefs and learning orientations of Taiwanese eighth graders". *Science Education*, 82, 473-490.

UNESCO. (1965). *Instituciones científicas y científicos latinoamericanos Fascículo II México (Científicos) (H-R)* Organización de las Naciones Unidas Para la Ciencia y la Cultura. Centro de Cooperación científica para América Latina en colaboración con la Organización de los Estados Americanos, 686.

Universidad Nacional Autónoma de México. (1974). Documento sin título dirigido al H. Consejo Universitario por la Comisión Técnica de Implantación de Proyectos Universitarios, México, febrero, 118.

Vázquez, Josefina Zoraida. (1990). *El Colegio de México. Años de expansión e institucionalización, Jornadas 118*, México: El Colegio de México, 401.

Zeidler, D. y N. Lederman. (1989). "The Effects of teachers' language on students' conceptions of the nature of science". *Journal of Research in Science Teaching*, 26(9), 771-783.

ANEXOS

ANEXO

Fundamentos teóricos, concepciones epistemológicas y categorías

A continuación expondremos brevemente las características de las diferentes categorías que consideramos para el diseño de la entrevista y el procesamiento de los datos de las mismas. Debemos señalar que cada uno de los enfoques y contextos signa las características de las diferentes categorías.

A) Empírico inductivo

Representantes: Locke, Hume, Mills, Hershel, Whewell, John Stuart Mill.

Primer contexto:

Descubrimiento

I.1 **La observación:** Es el punto de partida para la generación del conocimiento y consiste en percibir las experiencias sensibles de los objetos de la realidad. Es producto de la utilización de los sentidos de un proceso empírico-inductivo.

I.2 **Papel del científico:** Su papel es el de observar, asociar, describir y explicar los hechos de la experiencia sensible.

I.3 **Origen del conocimiento:** La experiencia es la fuente del conocimiento, se inicia a partir de la asociación de una idea con término, ésta es la unidad básica de significado, la cual da origen a las proposiciones significativas.

I.4 **Relación sujeto-objeto:** El objeto de conocimiento determina las leyes del sujeto, el objeto influye y determina al sujeto.

I.5 Proceso metodológico para la generación del conocimiento: El conocimiento científico se construye mediante la inducción; el tipo de razonamiento empleado en las derivaciones, predicciones y explicaciones se obtienen mediante la lógica deductiva. El proceso consiste en la observación, inducción y deducción.

I.6 Papel del experimento: Descubrir el conocimiento mediante la réplica de los fenómenos; asimismo, mediante el experimento se da la comprobación de leyes y teorías que son una copia fiel de la realidad.

Segundo contexto:

Justificación

II.1 Validación: Se pueden dar por verdaderos y válidos los enunciados observacionales. Es la correspondencia entre los enunciados de cuestiones de hecho con el mundo de la experiencia empírica inductiva.

II.2 Correspondencia con la realidad: El mundo existe independientemente de los sujetos y se puede conocer por medio de los sentidos. Es el realismo, ya que las proposiciones, los enunciados, leyes y teorías tienen una existencia objetiva y son una copia fiel de la realidad.

II.5 Grado de certidumbre (posibilidad de verdad): Los enunciados observacionales que constituyen la base de la ciencia son seguros y fiables porque su verdad se puede determinar haciendo uso de los sentidos, lo cual se transmite a las leyes y teorías siempre y cuando satisfagan el principio de inducción. Existe una verdad absoluta y ahistórica.

Tercer contexto:

Naturaleza, Estructura, Progreso y Finalidad de la Ciencia

III.1 Concepción de conocimiento científico: Es el resultado de un proceso de inducción que se aplica a una colección de hechos particulares. El conocimiento es externo al sujeto, trasciende sus creencias y estados de conciencia, de quien los concibe o los contempla.

III.2 Concepción de ciencia: Es un conjunto de enunciados universales.

III.3 Finalidad: La finalidad de la ciencia es describir y explicar la realidad.

III.4 Niveles de organización: Se generaliza a partir de enunciados observacionales, generalizaciones que conforman enunciados universales, que se convierten en leyes y teorías. Los niveles de organización son:

- hechos, experiencias
- enunciados observacionales
- enunciados generales
- leyes experimentales y teorías universales

Para las derivaciones y predicciones se utiliza la deducción.

III.5 Desarrollo de la ciencia: Consiste en la acumulación continua; la ciencia evoluciona a través de la progresiva incorporación de resultados.

III.6 Criterios de demarcación: La ciencia está formada por enunciados universales que correspondan a los hechos, que se obtengan por un proceso empírico inductivo y que se validen por medio de la experimentación.

III.7 El papel de la comunidad científica: Describir, explicar y verificar y validar el conocimiento científico.

B) Positivismismo lógico

Representantes: Carnap, Campell, Duhem, Mach, Wittgenstein, Russell, Schlick y Ayer.

Primer contexto:

Descubrimiento

I.1 **La observación:** La ciencia comienza con observaciones de hechos aislados. Es la base del conocimiento y la verificación del mismo a la par que la experimentación.

I.2 **Papel del científico:** El científico observa y construye explicaciones lógico matemáticas que den cuenta de los fenómenos. Interpreta los hallazgos experimentales con la ayuda de la teoría y busca formular relaciones que resuman grandes cantidades de hechos y que los capacite para describir y anticipar fenómenos.

I.3 **Origen del conocimiento:** Son las observaciones producto de la experiencia organizada a través de la lógica matemática; es la percepción sensible a partir de los sentidos que se crean y organizan significados.

I.4 **Relación sujeto-objeto:** El objeto determina las construcciones lógico matemáticas; es una relación pasiva, una observación destinada a la explicación de la realidad, pero ajustándose a ciertas reglas que especifica el método científico.

I.5 **Proceso metodológico para la generación del conocimiento:** Existe un solo método hipotético deductivo universal y ahistórico. Denominado método científico,

en el cual se da un planteamiento del problema, la elaboración de una hipótesis, la operacionalización, una verificación de un sistema axiomático, así como reglas de correspondencia.

I.6 Papel del experimento: Actividad que va a generar o ser fuente de hechos observables y de nuevas hipótesis a verificar.

Segundo contexto:

Justificación

II.1 Validación: Se aceptan los enunciados empíricamente significativos que sean verificables y se validan los conocimientos que cubran las exigencias del pensamiento lógico; se atienen a un estricto empirismo y al uso sistemático de la lógica matemática.

II.2 Correspondencia con la realidad: La realidad es inmutable y está al margen de los sujetos. El sistema de conceptos se identifica con los hechos.

II.3 Grado de certidumbre (posibilidad de verdad): La verdad es universal, absoluta, objetiva y ahistórica.

Tercer contexto:

Naturaleza, Estructura, Progreso y Finalidad de la Ciencia

III.1 Concepción de conocimiento científico: El conocimiento es la organización racional de las ideas, contiene juicios *a priori* y conceptos adquiridos por la experiencia de un sistema de proposiciones lógico-matemáticas; es único y verdadero.

III.2 **Concepción de ciencia:** La ciencia es un conjunto de teorías con una organización racional lógica físico-matemática y demostrables empíricamente.

III.3 **Finalidad:** El propósito de la ciencia es el descubrimiento y explicación de los fenómenos de la naturaleza a partir de las teorías acabadas lógicamente consistentes.

III.4 **Niveles de organización:** Existe una estructura que agrupa a las teorías científicas, que son medios de correlación que agrupan leyes experimentales; constan de un sistema axiomático con magnitudes experimentales determinadas en correspondencia con teorías universales.

III.5 **Desarrollo de la ciencia:** El progreso de la ciencia se da por incorporación, es decir, el fenómeno de una teoría puede ser absorbida por o reducida por alguna teoría más comprensiva (Nagel).

III.6 **Criterios de demarcación:** Lo que no tenga carácter lógico matemático no es ciencia; la demarcación se da a través de la lógica, la depuración y el refinamiento del lenguaje. Niega la relación entre la ciencia y la metafísica.

III.7 **El papel de la comunidad científica:** Verificar las leyes, teorías, esquemas y modelos, tratando de aplicarlos y confirmarlos como resultado de la investigación científica y organizar sistemáticamente las teorías mediante un proceso lógico matemático y empírico.

C) Racionalismo

Representantes: Leibniz, Descartes y Kant.

Primer contexto:

Descubrimiento

I.1 **La observación:** Tiene un papel secundario, ya que depende de los *a priori* del sujeto.

I.2 **Papel del científico:** El científico cuenta con elementos *a priori* que le van a ayudar a interpretar sus experiencias para elaborar teorías y comprobarlas.

I.3 **Origen del conocimiento:** La razón, las ideas *a priori*, es la que fundamenta la experiencia y determina la naturaleza; es lo que construye el mundo de la ciencia. El conocimiento depende del sujeto, quien da una interpretación y organización a la realidad.

I.4 **Relación sujeto-objeto:** El sujeto influye en la interpretación de los fenómenos y en la organización de esas interpretaciones. Lo que garantiza la objetividad del mundo en que vivimos y que nos es común con otros seres pensantes.

1.5 **Proceso metodológico para la generación del conocimiento:** La ciencia, incluso la más demostrativa, debe ser generada tras una larga cadena de deducciones; debe incluir además una demostración.

I.6 **Papel del experimento:** Es el de verificar para comprobar hipótesis que parten de las teorías.

Segundo contexto:

Justificación

II.1 **Validación:** Es mediante la experimentación, la demostración y la organización racional de las ideas. Cada uno lleva su concepción del mundo, de la cual no puede deshacerse tan fácilmente. Es indispensable servirse del lenguaje, que está formado de ideas preconcebidas, mismas que se expresan en la ciencia.

II.2 **Correspondencia con la realidad:** Las cosas existentes, no son dadas en sí mismas, sino como ideas o representaciones, que suponemos corresponden a realidades fuera del yo.

II.3 **Grado de certidumbre (posibilidad de verdad):** Existen cosas reales, de ellas parte el estímulo hacia la facultad cognitiva humana; pero este estímulo, sensación o fenómeno debe recibir su forma del hombre cognoscente, gracias a las formas *a priori* del espíritu.

Tercer contexto:

Naturaleza, Estructura, Progreso y Finalidad de la Ciencia

III.1 **Concepción de conocimiento científico:** El conocimiento contiene juicios *a priori* y conceptos adquiridos por la experiencia. Los conceptos adquieren significado del papel que desempeñan en una teoría; un concepto surge como una idea vaga, seguido de su aclaración gradual, a medida que la teoría en la que desempeña un papel toma una forma coherente y precisa.

III.2 **Concepción de ciencia:** Es la organización sistemática de un conjunto de proposiciones racionales de carácter predictivo y objetivo.

3.3 **Finalidad:** La explicación adecuada de los fenómenos de la naturaleza, que se hace a partir de leyes, del juicio reflexivo que establece patrones, según los cuales se dan los acontecimientos de la naturaleza, por lo que debemos sistematizar nuestro conocimiento.

III.4 **Niveles de organización:** La organización sistemática de las interpretaciones de la naturaleza mediante teorías como totalidades estructurales. Es a partir de axiomas, leyes teóricas y teorías universales.

III.5 **Desarrollo de la ciencia:** Es continuo y por acumulación.

III.6 **Criterios de demarcación:** No existe una demarcación entre la ciencia y la metafísica.

III.7 **El papel de la comunidad científica:** Interpretar, deducir y validar la organización sistemática de las representaciones de la realidad.

D) Racionalismo crítico

Representantes: Karl Popper, Imre Lakatos

Primer contexto:

Descubrimiento

I.1 **La observación:** Proporciona la base firme, los datos absolutamente estables contra los cuales se ponen a prueba las teorías. La observación es la generadora de los problemas, influye en elementos conceptuales de manera *a priori*, que van a repercutir notablemente en las observaciones y en las nuevas construcciones.

I.2 **Papel del científico:** Elaborar teorías y someterlas a *tests* empíricos con el propósito de verificarlas o falsearlas.

I.3 Origen del conocimiento: El conocimiento empieza con problemas e hipótesis y la observación es el origen de los mismos; la razón es generadora de elementos conceptuales que permiten el planteamiento de conjeturas o refutaciones.

I.4 Relación sujeto-objeto: El sujeto influye en el objeto de conocimiento; los significados, las interpretaciones y el establecimiento de hipótesis dependen de las construcciones conceptuales que hacen los individuos, y de las decisiones que toman sobre la justificación de su mayor o menor aproximación a la verdad.

I.5 Proceso metodológico para la generación del conocimiento: Se reconstruye el método científico como un método de conjetura y refutación del que se pueden inducir inferencias empíricas concretas, que compara con los hechos conocidos o con los que es capaz de producir con nuevas experimentaciones.

I.6 Papel del experimento: Réplica controlada de los hechos con el fin de interpretarlos mediante conceptos y teorías *a priori*; es la falsación o verificación.

Segundo contexto:

Justificación

II.1 Validación: Es temporal y se da a través de la refutación de una teoría o bien de una hipótesis. Las teorías se pueden establecer como verdaderas o probablemente verdaderas ante la evidencia observacional o empírica.

II.2 Correspondencia con la realidad: Las teorías son acercamientos progresivos a la realidad; nos se logra una verdad definitiva.

II.3 Grado de certidumbre (posibilidad de verdad): Las teorías se pueden establecer como verosímiles o cercanas a la verdad. La verdad es una idea reguladora que crítica y orienta la investigación; las teorías son universales y ahistóricas.

Tercer contexto:

Naturaleza, Estructura, Progreso y Finalidad de la Ciencia

III.1 **Concepción de conocimiento:** Todo conocimiento tiene un carácter provisional, constructivo y universal.

III.2 **Concepción de ciencia:** Es un conjunto de hipótesis o programas de investigación, que se proponen a manera de ensayo (acierto y error), con el propósito de describir o explicar el comportamiento de algún aspecto del Universo.

III.3 **Finalidad:** Buscar un mayor nivel de aproximación a la realidad a partir de las conjeturas y refutaciones, para construir teorías que tengan cierto grado de probabilidad de verdad.

III.4 **Niveles de organización:** En la ciencia trabajan con principios, hipótesis, teorías y programas de investigación. Se considera a las teorías como totalidades estructurales temporales.

III.5 **Desarrollo de la ciencia:** La ciencia progresa por el ensayo (acierto y error), conjeturas y refutaciones, donde sólo sobreviven las teorías más aptas. Hay un solo criterio universal por el cual deben ser juzgados los méritos relativos a las teorías rivales. Se busca la teoría correcta del mundo.

III.6 **Criterios de demarcación:** Sólo son científicas las teorías o programas de investigación que puedan ser valorados en términos del criterio universal de racionalidad que permite identificar lo que cuenta como ciencia (la lógica deductiva del método crítico) y sobrevivan a la prueba experimental.

III.7 **El papel de la comunidad científica:** La comunidad científica debe interpretar, deducir y validar o falsear los conocimientos.

E) Contextualismo relativista

Representantes: Feyerabend, Toulmin, Khun, Laudan (considerado contextualista, no relativista) y Bachelard.

Primer contexto:

Descubrimiento

I.1 La observación: Está determinada por los intereses teóricos del investigador, esto es que los conocimientos, las creencias y las teorías que sustenta la observación juegan un papel fundamental en lo que percibe el investigador. Depende del paradigma en el que se encuentre inmerso el investigador.

I.2 Papel del científico: Intenta comprender la naturaleza mediante la resolución de problemas en términos de alguna estructura teórica, por lo que no hay percepciones puras y neutras.

I.3 Origen del conocimiento: Las teorías científicas se construyen y desarrollan dentro de marcos generales de investigación que están conformados por una serie de presupuestos que se apoyan en fundamentos ontológicos, conceptuales, epistémicos, metodológicos, instrumentales y pragmáticos.

I.4 Relación sujeto-objeto: Existe una interacción dialéctica entre el sujeto y el objeto de conocimiento, donde ambos influyen, construyen y cambian a través de esa interacción.

I.5 Proceso metodológico para la generación del conocimiento: Los procesos de construcción se apoyan en diversos marcos que hacen posible y a la vez delimitan el desarrollo de las teorías. Estos marcos de investigación varían entre

los distintos teóricos de la ciencia. El proceso no es normativo, ortodoxo ni prescriptivo, sino que sigue los criterios lógicos internos de cada contexto o paradigma.

I.6 Papel del experimento: Es acorde al programa, paradigma o marco teórico que se esté utilizando.

Segundo contexto:

Justificación

II.1 Validación: Se da por la resolución de problemas de acuerdo a los criterios establecidos por cada una de las comunidades científicas.

II.2 Correspondencia con la realidad: El conocimiento se encuentra histórica y contextualmente determinado por la diversidad de medios culturales.

II.3 Grado de certidumbre (posibilidad de verdad): Existen verdades relativas y contextualizadas con su referencia histórica. Ninguna teoría es verdadera, son elementos explicativos de la realidad y debe cumplir los requisitos de ser entendible, útil, fructífera, contener elementos de validación y de formalización.

Tercer contexto:

Naturaleza, Estructura, Progreso y Finalidad de la Ciencia

III.1 Concepción de conocimiento: Es el conjunto de construcciones que intenta dar cuenta de la realidad de acuerdo al contexto.

III.2 Concepción de ciencia: La ciencia parte de compromisos y presupuestos que comparten la comunidad de especialistas en el campo, por lo tanto, las teorías no son unidades básicas de análisis en el estudio de la ciencia. Es la organización

sistemática de conocimientos mediante principios regulativos que permiten ordenar leyes y teorías.

III.3 **Finalidad:** Desarrollar paradigmas, programas de investigación, teorías, modelos etc., en un intento por explicar algunos aspectos de la realidad.

III.4 **Niveles de organización:** Conceptos, teorías, paradigmas, programas de investigación, tradiciones científicas, teorías globales y modelos de desarrollo para enfrentar los cambios más profundos y a largo plazo en el nivel de los compromisos básicos.

III.5 **Desarrollo de la ciencia:** Se da por revolución o por evolución, en un camino de espiral, de manera discontinua.

III.6 **Criterios de demarcación:** Los establece cada comunidad científica, mediante su marco teórico y sus compromisos.

III.7 **El papel de la comunidad científica:** Consenso como producto de la discusión y el análisis bajo criterios establecidos por cada comunidad epistémica.