



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

**“CONOCIMIENTO SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA QUE
POSEEN LOS PROFESORES DE ESCUELAS SECUNDARIAS DEL
DISTRITO FEDERAL Y SU MANIFESTACIÓN EN LA ENSEÑANZA
DE LAS CIENCIAS”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
(BIOLOGÍA)**

P R E S E N T A:

GILBERTO RAMÓN GUEVARA NIEBLA



**DIRECTORA DE TESIS:
DRA. ROSAURA RUIZ GUTIÉRREZ**

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

	Págs.
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
CAPITULOS	
1. LA NOS EN MÉXICO	23
2. OBJETIVOS	26
3. MÉTODOLOGÍA	27
4. RESULTADOS	29
	53
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXO I	60
ANEXO II	75
ANEXO III	89
ANEXO IV	94
ANEXO V	107

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación pudo realizarse en el marco de mi trabajo académico en el Colegio de Pedagogía (Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM) y, en particular con el apoyo brindado por su coordinadora, Dra. Ana. Ma. Salmerón. La investigación contó además con un soporte financiero provisto por CONACyT (Proyecto No. 176652). Sin embargo, no hubiera sido posible realizarla sin el respaldo personal y académico de la Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez, mi directora de tesis. En la parte práctica esta investigación fue apoyada por Fausto Ramón Castaño, Dora Dalia Molina Díaz e Ivón del Toro Escamilla. A todos ellos manifiesto mi profunda gratitud.

RESUMEN

¿Qué nociones tienen los docentes de secundaria del Distrito Federal sobre la naturaleza de la ciencia y la investigación científica y cómo se reflejan tales nociones en sus prácticas de enseñanza? En esta tesis se presentan los resultados de la aplicación a profesores de escuelas secundarias del Distrito Federal de un instrumento dual (reactivos tipo Lickert y preguntas abiertas) sobre el conocimiento que ellos tienen de la naturaleza de la ciencia y se exploran algunos efectos de dicho conocimiento sobre la enseñanza. El instrumento se ha titulado: *Comprensión de los alumnos de la ciencia y la investigación científica* (En inglés: *Scientific Understanding of Science and Scientific Inquiry*, SUSSI). Se pudo verificar: 1) que los conceptos mismos de naturaleza de la ciencia e investigación científica son temas que *no aparecen* dentro de los programas oficiales de ciencia en secundaria (Biología, Física y Química); 2) la encuesta arrojó que los 60 profesores seleccionados aleatoriamente lograron una puntuación de 3.39 (en una escala de puntuación 0-6), calificación que indica que los profesores poseen una concepción apenas incipiente (o débilmente informada) sobre la naturaleza de la ciencia; por último, se comprobó, que el mayor o menor conocimiento de los docentes sobre la naturaleza de la ciencia, no se refleja de forma significativa en sus prácticas de enseñanza. Estos resultados pueden ser de utilidad, al menos, en dos campos: en la formación de profesores y en el diseño de los programas de ciencias en secundaria.

INTRODUCCIÓN

En esta sección expongo los objetivos de la investigación, el área disciplinaria en que se inscribe, reviso la bibliografía más característica sobre la materia de estudio, presento una sinopsis de la metodología utilizada, describo cual es el argumento central que sostengo (tesis) y, brevemente, explico el orden del texto.

El objetivo de esta investigación es triple. En primer lugar, busca conocer algunas ideas que maestros y alumnos de escuelas secundarias del Distrito Federal tienen sobre la naturaleza de la ciencia, concebida ésta, no desde una concepción filosófica particular sino a partir de un “consenso” construido entre un amplio número de científicos que se adhieren a vertientes contemporáneas de la epistemología, es decir, a corrientes posteriores al “giro histórico” introducido por Lakatos, Laudén y Khun (Echeverría, J., 1999). En segundo, relacionar el conocimiento que poseen docentes y alumnos de la naturaleza de la ciencia con algunos rasgos la enseñanza-aprendizaje en el aula. Finalmente, este estudio se propone poner a prueba el Sussi, un instrumento dual, compuesto por reactivos tipo Lickert y preguntas abiertas, que ha probado en su validez en aplicaciones realizadas en diversos países. Este instrumento ha sido denominado en inglés *Student Understanding of Science and Scientific Inquiry* (Sussi).

Los estudios sobre la naturaleza de la ciencia (que se identifican con sus siglas en inglés, NOS) cuentan con una larga historia: se remontan a fines del siglo XIX y principio del XX con las obras de Ernst Mach (1838-1916), John Dewey (1859-1952), se continúan a mitad del siglo XX con autores tan eminentes como Joseph Schwab (1999-1988) y en la época actual esos estudios han sido desarrollados por grandes investigadores como Derek Hodson, Rick Duschl, Norman Lederman, Joan Salomon y William F. McComas. Los temas de la naturaleza de la ciencia han tenido gran importancia entre los profesores de ciencias y los técnicos en diseño y aplicación de programas de enseñanza de ciencias.

El campo en el que se inscribe esta investigación es la enseñanza de las ciencias. Numerosas investigaciones han mostrado la importancia que recaba que los estudiantes (futuros ciudadanos) adquieran una idea apropiada de la ciencia y la actividad científica (McComas, 1999 y Hodson, 2009). Este tema ha cobrado ingente importancia en parte por el impresionante desarrollo científico que ha conocido el mundo en la segunda mitad del siglo XX y en los inicios del siglo XXI y por la relevancia que ha adquirido la ciencia en la vida social (en la economía, en la medicina, en la política, etc.). La ciencia, señala McComas et al (1998), tiene un impacto penetrante y frecuentemente sutil sobre virtualmente cada aspecto de la vida moderna. Desde la tecnología que se genera a partir de ella hasta las profundas implicaciones filosóficas que se desprenden de ella. Sin

embargo, a pesar de este enorme efecto, pocos individuos poseen incluso una comprensión elemental de cómo funciona la actividad científica.

El argumento (o tesis) que sostengo es que los profesores de ciencias de las escuelas secundarias de México poseen concepciones pobres, restringidas o ingenuas de la naturaleza de la ciencia y que esa limitación en su formación influye favoreciendo modalidades didácticas tradicionales (que se basan en la memorización, el dictado, la lectura del libro de texto y la memorización). Y, en sentido inverso sostengo como hipótesis que los profesores con alto grado de conocimientos de la NOS (es decir, dotados de concepciones informadas) apoyarán métodos de enseñanza más activos y participativos. El método consistirá en aplicar el instrumento SUSSI a una muestra aleatoria de 10 escuelas (60 profesores y 90 alumnos). Aunque aleatoria, la muestra es pequeña de donde se infiere que puede darse un margen amplio de error. Desde luego, no pretendo presentarla como representativa. Respecto al orden del texto. En esta introducción se ofrecen algunas reflexiones sobre el abismo existente entre el desarrollo contemporáneo de la ciencia y la pobreza del conocimiento social sobre ella y enseguida se ofrece una revisión histórico-contextual de los estudios que se han realizado sobre la naturaleza de la ciencia (NOS) culminando con la investigación antecedente a la creación del instrumento SUSSI. Explico enseguida el trabajo que realizaron Liang L. L. et al para validar este instrumento. El capítulo 1 hace una breve reflexión sobre los estudios sobre la NOS que se han realizado en México (que, como puede verse, son pocos); en el capítulo 2 se formulan los objetivos del estudio; en el 3 se explica en sus pormenores la metodología y en el 4 se presentan los resultados de la investigación. La tesis concluye con algunas conclusiones y apéndices.

a) El abismo entre el gran impacto social de la ciencia y la pobre cultura científica de la ciudadanía

Esta falta de comprensión es potencialmente dañina, en particular, en sociedades donde los ciudadanos tienen voz en decisiones de base científica y están obligados a sopesar evidencias científicas y evaluar temas de política científica” (McComas, et al, 1998: 3). Desde hace tiempo se ha advertido, con preocupación, la existencia de un abismo creciente entre la presencia creciente cada vez mayor de la ciencia en nuestras vidas y la pobreza de los conocimientos científicos que prevalece en la sociedad (Giordan, A., 1982:19). La ignorancia popular sobre la naturaleza de la ciencia ha sido documentada de diversas maneras. Una investigación (Ryan Aykenhead, 1992) realizada en Estados Unidos reunió las respuestas de dos mil estudiantes de preparatoria y concluyó: que confundían ciencia con tecnología, que sabían poco de la división entre lo público y lo

privado en ciencia y sobre el efecto que los valores tienen sobre el conocimiento científico. Ellos reportaron estas visiones erróneas:

--El 46% sostenía el punto de vista de que la ciencia podía descansar en el supuesto de una deidad;

--Sólo 17% estaba convencido del carácter inventivo del conocimiento científico;

--9% creía que los modelos científicos son copias de la realidad;

--Sólo el 9% escogió el punto de vista contemporáneo de que los científicos “usan cualquier método que pueda arrojar resultados favorables;

--64 % de los alumnos expresó una relación jerárquica simplista en la idea de que las hipótesis se hacen teorías y las teorías leyes “dependiendo de la cantidad de evidencia acumulada” (Ibid).

El modelo de enseñanza que ha dominado tanto en Estados Unidos como en México, ha consistido en abordar la enseñanza de la ciencia a través de cursos iniciales en la escuela secundaria de tres disciplinas científicas (Física, Biología y Química). Este modelo, ha sido criticado de múltiples maneras y su fracaso se ha revelado en los bajos aprendizajes que en ciencia obtienen los alumnos. Por ejemplo, en México el porcentaje de alumnos de tercero de secundaria con bajo desempeño en conocimientos científicos registrado por la prueba PISA de 2009 fue de 47.3 %, o dicho de otro modo, el puntaje obtenido por los alumnos mexicanos fue de 416 puntos en tanto que el promedio de los países miembros de la OCDE fue de 501 (PISA, 2010 e INEE, 2013). La deficiencia en aprendizajes es un rasgo de todos los países latinoamericanos. “Distintos estudios permiten apreciar que los estudiantes de esta región tienen un importante déficit de aprendizaje, adquisición de capacidades básicas (como, por ejemplo, en matemáticas) y capacidad lectora. Asimismo, como dato significativo para las políticas públicas nacionales y regionales, se puede destacar que los logros alcanzados por los alumnos de Iberoamérica están por debajo de los valores obtenidos por los jóvenes de los países desarrollados de la OCDE. Según se consigna en el documento Metas Educativas 2021, “entre el 40% y el 60% de los alumnos latinoamericanos participantes en las pruebas PISA no alcanza los niveles de rendimiento que se consideran imprescindibles para incorporarse a la vida académica, social y laboral como ciudadanos” (OEI, 2012). En países como Estados Unidos se ha hablado desde hace décadas de la necesidad –para el desarrollo de la democracia-- de impulsar una *alfabetización científica* de la ciudadanía a través de la educación básica, con lo cual se quiere decir metafóricamente que todo ciudadano “debe saber leer y escribir sobre ciencia y tecnología” (Harman, 1970; Resnick y Resnick, 1977). Sin embargo, es algo más. En palabras de Aguilar, “Formar ciudadanos científicamente cultos no significa hoy dotarles sólo de un lenguaje, el científico –en sí ya bastante complejo—sino enseñarles a

desmitificar y decodificar las creencias adheridas a la ciencia y a los científicos, prescindir de su aparente neutralidad, entrar en las cuestiones epistemológicas y en las terribles desigualdades ocasionadas por el mal uso de la ciencia y sus condicionantes sociopolíticos...”Una ciudadanía responsable, no se improvisa, presupone un proyecto que, en la enseñanza de las ciencias, pasa por la formación de un profesorado acostumbrado a la reflexión crítica sobre las materias que imparte, hecho a los debates inter o multidisciplinares y sensible a los problemas humanos y sociales” (Aguilar, T. 1999: 9-10). Con la noción de alfabetización científica se pretende que el ciudadano sea capaz de todo: desde leer y comprender la lista de componentes químicos de un alimento envasado, reparar un automóvil, comprender una noticia sobre los avances de investigación sobre el virus VIH o algo referente al telescopio Hubble. En 1975, B. S. J. Shen propuso dividir la noción de alfabetización científica en tres áreas: la práctica, la cultural y la cívica. De tal modo que la alfabetización científica *cívica* se refiere al nivel de comprensión de los términos y constructos científicos suficiente para leer y comprender los asuntos públicos relacionados con la ciencia que se ventilan en revistas y periódicos. “La familiaridad con la ciencia y la información sobre sus implicaciones, dice Shen, no es la misma para solucionar problemas prácticos. La alfabetización científica cívica difiere fundamentalmente de la alfabetización científica práctica, aunque hay áreas donde inevitablemente se empalman....La alfabetización científica cívica es una empresa más pro-activa. Sin embargo, es una tarea que tarde o temprano debe hacerse dado que a medida que pasa el tiempo la ciencia se ve más y más involucrada en los asuntos humanos y los problemas públicos vinculados a la ciencia, indudablemente, van a aumentar con el tiempo. La alfabetización científica es una pieza clave para tener una política pública informada” (Shen, 1975:49). Un ejemplo son los debates que se han dado en muchos países con el uso de energía nuclear para producir energía eléctrica. Un caso notable fue el de Suecia en 1977, decidió abrir simultáneamente 10 plantas nucleares lo cual provocó un gran movimiento de rechazo (Nelkin, 1977). En México, como sabemos, ocurrió otro tanto, aunque con sus limitaciones, en ocasión de la apertura de la planta nuclear de Laguna Verde, en Veracruz (Martínez N., 2000). En 1990, J. D. Miller inició, en 1979, una serie de encuestas destinadas a medir la proporción de ciudadanos estadounidenses que se pueden considerar “científicamente alfabetizados” (Miller, 1983). Basándose en los datos obtenidos, este autor distingue tres esferas de la alfabetización científica: a) El dominio de un vocabulario de conceptos científicos suficiente para leer asuntos científicos de carácter polémico en un diario o revista; b) Una comprensión del proceso o naturaleza de la investigación científica y c) Una cierta comprensión del impacto tecnológico y social de la ciencia (Kumar y Chubi, 2000:26). Apoyándose en la base de datos construida a partir de la encuesta “Indicadores en ciencia e ingeniería” realizada desde 1979 por la *National Science Foundation*, usando análisis factorial, Miller encontró evidencias para las dos primeras dimensiones de su concepto de alfabetización científica. En particular, subraya que tres de los reactivos recogidos corresponden a la

comprensión que los ciudadanos tienen de la naturaleza de la investigación científica (Kumar y Chubin, 2000: 27-28). El análisis del reporte *National Assessment of Educational Progress* (NAEP) que presenta los resultados de un examen nacional sobre distintas asignaturas (matemáticas, ciencias, lectura, escritura, arte, civismo, economía, geografía e historia) que se aplica anualmente en Estados Unidos a estudiantes de primaria (9 años), secundaria (13 años) y preparatoria (17 años) revela que en ciencia los estudiantes han tenido pocos avances en aprendizaje científico. Si observamos los datos arrojados por el examen PISA (OCDE) en 2012, se puede observar que los estudiantes mexicanos de 15 años de edad obtuvieron 415 puntos como media de desempeño en la escala global de ciencias en comparación con el promedio OCDE que fue de 501 puntos. (INEE, 2013). El NAEP presenta datos sobre aprendizaje de los alumnos, experiencias de instrucción y ambiente escolar (Mullis y Jenkins, 1988). Otros estudios vinculan el éxito en el aprendizaje de la ciencia con las competencias en lectura y con la educación de los padres de familia (Paris et al, 1991; Tierney y Shanahan, 1991 y Langer et al, 1990; Bourdieu, 1968). Como reacción a esta “crisis” de aprendizaje científico, surgió en el ámbito estadounidense la propuesta de lograr la “alfabetización científica” mediante el modelo didáctico denominado “Ciencia-Tecnología-Sociedad”, (STS, por sus siglas en inglés) que ha tenido un éxito importante como alternativo al clásico modelo didáctico tripartita Biología-Física-Química (Kumar y Chubin, 2000: 10, Cheek, D. W. 1992:27; Fourez, G., 1995; Tusta A., 1999)

Para Aguilar (1999) y para McComas et al (1998) la educación tradicional ha insistido en que los maestros enseñen y los alumnos aprendan conocimientos científicos (contenidos curriculares), pero ese aprendizaje, frecuentemente memorístico, no es significativo si no va asociado con una visión adecuada de lo que comprende la ciencia y la investigación científica. La preocupación sobre comprender la naturaleza de la ciencia se comenzó a registrar hace mucho tiempo. John Dewey decía: “Tenemos una natural inclinación a aceptar prematuramente afirmaciones, a no suspender el juicio, a eludir las evaluaciones. Así nos llenamos de prejuicios. La ciencia representa la protección contra los juicios apresurados y las naturales propensiones que fluyen de ellos...La ciencia es artificial (un arte adquirido), no es espontánea; es aprendida y no congénita. En razón de este hecho, se explica el lugar único, invaluable, que tiene la ciencia en la educación” (Dewey, J., 1916, 1995). La habilidad para distinguir la verdadera ciencia de parodias o imposturas pseudocientíficas, depende de que lleguemos a comprender la naturaleza de la ciencia.

b) El “consenso” sobre la NOS

Existen diversas concepciones epistemológicas sobre la ciencia, incompatibles entre ellas. Se puede hablar de inductivistas contra falsacionistas; de positivistas contra

realistas; de kantianos contra popperianos, de empíricos contra racionalistas, etc. Estas disputas reflejan una pluralidad de concepciones epistemológicas pero es posible construir un consenso en la comunidad científica sobre la naturaleza de la ciencia y la actividad científica. La “naturaleza de la ciencia” (NOS) es un fértil campo híbrido que mezcla aspectos de estudios de varias disciplinas y que es resultado de un consenso. Este consenso se relaciona con la amplia aceptación que han tenido los trabajos de filosofía de la ciencia desarrollados en el siglo XX (Popper, Carnap, Bachelard, Lakatos), de sociología (Merton, Bloor) e historia de la ciencia (Kuhn, Koyré). A través de diversas lentes, es posible construir una noción compartida sobre la naturaleza de la ciencia. Sin embargo, dice Lederman (1992) la naturaleza de la ciencia no es ni universal ni estable: a nivel de detalles siempre habrá debate sobre la “definitiva” naturaleza de la ciencia. Pero a nivel de descripción hay un consenso significativo (Robinson, 1968; Duschl, 1988; Martin, 1972; Ennis, 1979). Por ejemplo, las recomendaciones contenidas en ocho documentos estándar muestran un significativo empalme (Ver Tabla 1)

TABLA 1

Una visión de consenso sobre los objetivos de la naturaleza de la ciencia extraída de ocho documentos internacionales estandarizados.
• El conocimiento científico, aunque es durable, tiene un carácter temporal.
• El conocimiento científico se apoya mucho, pero no completamente, en la observación, en la evidencia experimental, en los argumentos racionales y en el escepticismo.
• No hay un sólo camino para hacer ciencia (por tanto, no hay un método científico que se describa paso por paso).
• La ciencia es un intento por explicar los fenómenos naturales.
• Las leyes y las teorías tienen diferentes papeles en la ciencia, por tanto, los estudiantes deben saber que las teorías no se convierten en leyes aunque haya evidencia adicional.
• La gente de todas las culturas contribuye a la ciencia.
• El conocimiento nuevo debe ser reportado clara y abiertamente.
• Los científicos requieren registros cuidadosos y precisos, ser revisados por sus pares y, eventualmente, refutados.
• Las observaciones están “cargadas” de teoría (<i>theory-laden</i>).
• Los científicos son creativos.
• La historia de la ciencia revela que ésta tiene un carácter revolucionario y evolucionista.
• La ciencia es parte de las tradiciones sociales y culturales.
• Ciencia y tecnología se impactan una a otra.

- Las ideas científicas son afectadas por su entorno social e histórico.

(Tomado de McComas et al, 1998: 6)

Las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia y la investigación científica que transmiten los docentes de escuela secundaria y preparatoria, los textos escolares y otros materiales, son los primeros elementos que una pedagogía crítica de las ciencias debe poner en cuestión. En la perspectiva de Aguilar, T. (1999) se pueden diferenciar, globalmente, dos modelos de concepciones de la ciencia: a) el tradicional o “clásico” (empírico-positivista) y b) el más reciente o “moderno” (el socio-constructivista). Las fuentes del modelo positivista tradicional se pueden rastrear hasta el siglo XVI en Francis Bacon (1561-1626) --aunque tuvo una variante notable con el positivismo lógico que representa E. Nagel, R. Carnap. y H. Reichenbach. En cambio, el modelo socio-constructivista es obra relativamente más joven y se relaciona con los estudios de Karl Popper (1902-1994) y Thomas S. Kuhn (1922-1996). En el modelo clásico o tradicional la ciencia es concebida como: a) una actividad cuyo objeto es el descubrimiento de una verdad que se desprende de los hechos, la experiencia o lo positivo; b) esa verdad se expresa en hechos objetivos, independientes del sujeto o los sujetos; c) la ciencia trabaja por medio de un método científico universal; d) el proceso ideal para obtener una teoría es la inducción; e) la ciencia se aparta radicalmente del mundo social y de la vida cotidiana. En cambio, en *los nuevos enfoques de la ciencia* se subraya: a) que la ciencia se compone de representaciones que se consideran verdaderas; b) que la objetividad y la verdad representan estructuras sólo provisionalmente estables; c) que se puede considerar la ciencia como la búsqueda racional de un modo adecuado de interpretar al mundo; d) que no hay un método científico abstracto sino métodos que se pueden localizar en el marco de la historia y la cultura; e) el trabajo científico debe concebirse como un trabajo colectivo, social, de imaginación e invención con el cual la comunidad científica reemplaza a anteriores representaciones o construcciones (Aguilar, T., 1999: 64-65).

c) Estudios sobre la NOS

Diversas investigaciones coinciden en señalar que una mejor comprensión de los docentes sobre la naturaleza de la ciencia (*Nature of Science*, NOS) pueden tener un efecto positivo sobre la enseñanza de la ciencia (Flores, C. F., 2012). La investigación sobre las concepciones de alumnos y maestros sobre la NOS se remontan a principios del siglo XX (*Central Association of Science and Mathematics Teachers*, 1907). En estudios recientes se ha podido probar que el conocimiento de la investigación científica y de la NOS son elementos críticos para desarrollar la alfabetización científica en educación

básica (*American Association for the Advancement of Science*, 1993; *National Research Council*, 1996). Sin embargo, estos mismos estudios muestran consistentemente que hoy en día ni los estudiantes ni los maestros de Estados Unidos y México tienen una comprensión adecuada sobre cómo se realiza la investigación científica y cómo se desarrolla el conocimiento científico (por ejemplo: Flores, C. F., 2012; Aikenhead, 1987; Kooley y Klopfer, 1963; Lederman, 1992; Rubba y Anderson, 1978; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a y 2000b). Esta situación crítica es de interés para el diseño del *currículum* de ciencias, para la formación y actualización de profesores y para quienes se ocupan de la investigación de la enseñanza de las ciencias en los niveles nacional e internacional. Es decir, la evaluación de las visiones sobre la ciencia que tienen alumnos y maestros, es un tema de actualidad indiscutible. Es evidente que se necesita un instrumento válido y significativo que pueda ser utilizado como herramienta tanto para la evaluación sumativa (cuyos fines son administrativos), para evaluación formativa (que sirve para retroalimentar la enseñanza y el aprendizaje) y para investigaciones en pequeña escala o a gran escala. En la literatura de la educación científica se tiene una visión amplia de “la naturaleza de la ciencia” (*Nature of Science*, NOS): esta expresión se refiere a la epistemología, a la sociología de la ciencia, y a los valores y creencias inherentes al conocimiento científico y su desarrollo (Lederman, 1992; Ryan y Aikenhead, 1992). Es verdad, como antes mencionamos, que hay todavía muchos desacuerdos acerca de la NOS entre filósofos, historiadores, sociólogos y educadores científicos. Pero hay elementos compartidos. Además del estudio de Ryan y Aikehead (1992) antes mencionado, Osborne et al (2003) condujeron un estudio Delphi para determinar la extensión del consenso al enseñar los tópicos de la NOS en las escuelas, recogiendo opiniones de expertos internacionales, incluyendo profesores, científicos, historiadores, filósofos y sociólogos de la ciencia. Esta vasta comunidad de expertos alcanzó un consenso sobre los siguientes temas (Ver Tabla 2).

Tabla 2

Elementos de la NOS que tuvieron consenso en Estudio Delphi (Osborne, 2003)
1) Métodos científicos y Prueba crítica
2) Creatividad
3) Desarrollo histórico del conocimiento científico
4) Ciencia y pregunta
5) Diversidad del pensamiento científico

6) Análisis e interpretación de datos
7) Ciencia y certeza
8) Hipótesis y predicción

El noveno tema del consenso fue la “colaboración y cooperación” que existen en la comunidad científica, aunque se encontró que este elemento era menos estable que los otros. Estos puntos son coincidentes con el análisis realizado por McComas y Olson (1998).

En las últimas décadas diversos instrumentos --cuestionarios cualitativos y cuantitativos-- se han desarrollado para conducir investigación sobre la NOS. Ejemplos de instrumentos tradicionales cuantitativos incluyen: el *Test on Understanding Science* (Cooley & Klopfer, 1961) *Science Process Inventory* (Welch, 1966), *Nature of Science Scale* (Kimball, 1967), *Nature of Scientific Knowledge Scale* (Rubba, 1977), y *Modifies Nature of Scientific Knowledge Scale* (Meichtry, 1992). Estos instrumentos contienen cuestionarios de opción múltiple o de escala Likert y fueron usualmente escritos desde la perspectiva de los expertos. Jungwirth (1974) y Alters (1997) criticaron que esos expertos no representaban adecuadamente la perspectiva de los científicos, filósofos y educadores de la ciencia. Sin embargo, preguntas de estos instrumentos frecuentemente asumían que todos los científicos tenían la misma visión y actuaban en la misma forma. Las visiones de la NOS en estos instrumentos fueron sobre-simplificadas y sobre generalizadas.

Todavía más, los instrumentos tradicionales fueron desarrollados con base en el supuesto de que los profesores de educación básica perciben e interpretan los enunciados en la misma forma que lo hacen los científicos. Sin embargo, la investigación ha mostrado que profesores e investigadores utilizan lenguajes diferentes y que este desacuerdo ha llevado en el pasado a mal interpretar las visiones de los docentes sobre la NOS (Lederman & O'Malley, 1990). Aikenhead, Fleming y Ryan (1987) encontraron también que los docentes o estudiantes de carrera docente pueden estar de acuerdo con un enunciado por diversas razones. Aún más, los instrumentos tradicionales frecuentemente fracasan al tratar de detectar las percepciones e interpretaciones de quienes responden los ítems del cuestionario. Como consecuencia, se sugirió que las respuestas de opción múltiple derivadas empíricamente podían reducir la ambigüedad a un nivel entre el 15 % y 20% (Aikenhead, 1988). En común acuerdo, Aikenhead y Ryan (1992) desarrollaron un instrumento intitulado *Views on Science Technology Society* (VOSTS) a lo largo de un periodo de 6 años. Ellos analizaron entre 50 y 70 párrafos escritos por estudiantes canadienses (grados 11 y 12) en respuesta a dos enunciados representando ambos lados

de un tema de la NOS, para asegurar que todos los ítems del VOSTS representan puntos de vista comunes de alumnos de carrera docente (*pre-service teachers*). Todavía más, “Las preguntas del VOSTS se enfocan en las razones que los estudiantes de docencia dan para justificar su opinión” (p. 480). Las razones subyacentes en la selección de opciones de los estudiantes de docencia son particularmente significativas para profesores de escuelas normales o de universidad con el fin de que tomen decisiones informadas en la enseñanza y para investigadores para interpretar apropiadamente las creencias de los estudiantes. Sin embargo, se encontraron varios problemas con el uso del VOSTS. Por ejemplo, algunos ítems del VOSTS parecían redundantes y/o tenían posiciones ambiguas y significados sobrepuestos (Chen, 2006). Los investigadores también señalaron que quienes contestaban podían hacer combinaciones de puntos de vista que podían no estar reflejadas fielmente en el formato de opción múltiple (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell y Schwartz, 2002; Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Chen, 2006). Este problema particular puede ser resuelto usando escalas Likert y un modelo de puntuación propuesto para el uso de VOSTS por Vazquez-Alonso y Manassero-Mas (1999). Ellos propusieron un esquema de escala y puntuación que permite a los investigadores extraer el máximo de información de los ítems del VOSTS porque los encuestados encierran sus visiones sobre todos los ítems y crean datos que pueden ser aplicados a estadística inferencial.

Más recientemente, fueron desarrollados dos herramientas multidimensionales para evaluar la NOS por Tsai y Liu (2005) y Chen (2006), respectivamente. Los instrumentos de Tsai y Liu, usando una escala Likert de 5 puntos, fue diseñado para evaluar los puntos de vista epistemológicos sobre la ciencia de alumnos de “high school” (SEV’s). El desarrollo de SEV’s se basó en la literatura existente y datos colectados por los investigadores mediante entrevistas. El instrumento SEV’s consistía en de 5 sub-escalas: el papel de la negociación social en ciencia, la realidad inventada y creativa de la ciencia, la impregnación teórica (*theory-laden*) de la exploración en la ciencia, el impacto cultural sobre la ciencia, y los rasgos cambiantes de la ciencia. Chen (2006) también reportó el desarrollo de una herramienta de evaluación de la NOS llamado *Views on Science and Education Questionnaire* (VOSE), construido sobre ítem seleccionados del VOSTS e incorporando una escala de Likert de 5 puntos. Chen modificó y clarificó ciertos enunciados ambiguos del VOSTS basándose en las entrevistas de profesores en pre-servicio de Taiwán y de Estados Unidos. La última versión del VOSE fue administrada a 302 estudiantes de licenciatura con especialidad en ciencias naturales o artes y lenguaje en dos universidades de investigación de Taiwán. Ambos instrumentos demostraron validez y confiabilidad satisfactoria cuando fueron probados en muestras de Taiwán.

Actualmente, las más influyentes herramientas de evaluación de la NOS son quizás los cuestionarios *Views of Nature of Science* (VNOS), desarrollados por Lederman, Abd-El-Khalick, Bell y Schwartz (2002). Hay varias formas del VNOS (por ejemplo: formas A, B,

C y D). Con ciertas variaciones en longitud y complejidad de lenguaje usado en los cuestionarios, todos los instrumentos VNOS consisten de preguntas abiertas (*open-ended*) acompañadas con entrevistas. Por ejemplo, el VNOS-C está compuesto de 10 preguntas de respuesta libre y su aplicación a estudiantes de licenciatura o de posgrado dura entre 45 y 60 minutos. Esto presenta una tarea desafiante a los encuestados con limitado conocimientos de la NOS y con limitadas habilidades de escritura. Frecuentemente, muchos estudiantes que no están equipados para expresar sus propias ideas de forma completa en un formato abierto tienden a responder con pocas palabras o simplemente a dejar los ítems en blanco. Esto limita el potencial de uso de los instrumentos VNOS como forma de evaluación formativa o como instrumentos precisos de investigación. Otros métodos de investigación adicionales tales como las entrevistas hechas a continuación son necesarias para clarificar las creencias de los participantes.

d) El instrumento SUSSI

En resumen, se han hecho esfuerzos significativos para modificar o desarrollar instrumentos dirigidos a incrementar la validez y minimizar los riesgos de malas interpretaciones de las percepciones de los encuestados en las últimas cuatro décadas en torno a la naturaleza de la ciencia. Parece que los cuestionarios abiertos acompañados de entrevistas podrían arrojar resultados de evaluación válidos y significativos. Sin embargo, pueden no ser apropiados como herramienta estandarizada en evaluaciones de gran escala. Por otro lado, investigación previa sugiere que las herramientas de evaluación empíricamente derivadas, podrían reducir significativamente la ambigüedad causada por el problema del lenguaje. Nosotros, por tanto, hemos tomado para nuestra investigación el instrumento *Scientific Understanding of Science and Scientific Inquiry* (SUSSI) desarrollado originalmente por Liang L. L. et al (2008), que combina los enfoques cualitativo y cuantitativo para evaluar las visiones de los alumnos acerca de cómo se desarrolla el conocimiento científico.

En este instrumento se mezclan preguntas tipo Likert y preguntas abiertas relacionadas para evaluar las visiones de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia y del desarrollo científico. SUSSI se orienta a conocer seis aspectos que, se pensó, eran los menos controvertidos: 1) observaciones e inferencias, 2) carácter tentativo de conceptos y teorías, 3) teorías y leyes científicas, 4) enraizamiento social y cultural, 5) creatividad e imaginación y 6) métodos científicos. Este enfoque combinado, cualitativo y cuantitativo, es una forma de triangulación que puede incrementar la confianza en los resultados (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell y Schwartz; 2002).

He aquí, explicados, los seis aspectos seleccionados:

1) *Observaciones e inferencias*: la ciencia está basada en observaciones e inferencias. Ambas, observaciones e inferencias, son guiadas por los conocimientos y perspectivas previos sobre la ciencia actual. Múltiples perspectivas pueden llevar a múltiples inferencias válidas.

2) *Carácter tentativo de los conceptos y teorías científicas*. En realidad, todo el conocimiento científico es tentativo y relativamente durable. El conocimiento científico es confiable; sin embargo, puede ser abandonado o modificado a la luz de nueva evidencia o re-conceptualización de la evidencia y el conocimiento existentes. La historia de la ciencia revela tanto cambios evolucionistas como revolucionarios.

3) *Creatividad y racionalidad en ciencia*: El conocimiento científico es creado desde imaginaciones humanas y razonamientos lógicos. Esta creación se basa en observaciones e inferencias del mundo natural. Los científicos usan su imaginación y creatividad a lo largo de sus investigaciones.

4) *Enraizamiento cultural y social de la ciencia*: La ciencia es parte de tradiciones sociales y culturales. La gente de todas las culturas contribuye a la ciencia. Como empresa humana, la ciencia es influida por la sociedad y la cultura en la cual es practicada. Los valores y expectativas de la cultura determinan qué y cómo la ciencia es conducida, interpretada y aceptada.

5) *Teorías y leyes científicas*: Tanto teorías como leyes están sujetas a cambio. Las leyes científicas describen relaciones generalizadas, observadas o percibidas de fenómenos naturales bajo ciertas condiciones. Las teorías son explicaciones bien sustentadas de algunos aspectos del mundo natural. Las teorías no se convierten en leyes aun cuando se consigue evidencia adicional; ellas explican las leyes.

6) *Métodos científicos*: No hay un método científico singular, universal, que se realice paso por paso y que sigan todos los científicos. Los científicos plantean preguntas de investigación con conocimientos previos, perseverancia, y creatividad. El conocimiento científico es construido y desarrollado en una variedad de formas incluyendo observación, análisis, especulación, investigación bibliográfica y experimentación.

El procedimiento de validación del SSSI que usaron Liang y colaboradores consistió de cuatro fases: 1) Selección de estándares y literatura basada en preguntas sobre la NOS, 2) Prueba piloto y entrevistas, 3) Revisión de expertos y prueba de campo, y 4) Otra revisión y otra prueba de campo. A continuación se presentan, resumidas, esas cuatro fases del proceso de validación original (Liang, L. L. et al, 2008)

Fase I. Selección de estándares y ítems sobre la NOS basada en la literatura

El SUISS se basa en el marco conceptual presentado en la literatura sobre la NOS y en muchos de los recientes documentos sobre reforma de la enseñanza de la ciencia. Las ideas-objetivo que llevan al NOS fueron reunidas a partir de documentos sobre estándares nacionales e internacionales (por ejemplo: AAAS, 1993; NRC, 1996; McComas & Olson, 1998) y tres instrumentos existentes sobre la NOS: VOSTS (Aikenhead & Ryan, 1992), VNOS (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002). Enseguida presentamos, para ilustrar, una de las preguntas con 5 ítems tipo Likert y una pregunta abierta.

Pregunta 6: ¿Usted piensa que los científicos *descubren* teorías científicas (por ejemplo, la teoría atómica) justo como los mineros descubren oro, o los científicos *inventan* teorías científicas de la forma en que un artista crea una escultura?

- A.** Los científicos descubren teorías que están enraizadas en la naturaleza. (Respuesta: Fuertemente de acuerdo; de acuerdo; indiferente; en desacuerdo; fuertemente en desacuerdo)
- B.** Los científicos descubren teorías a partir de hechos experimentales. (Respuesta: Fuertemente de acuerdo, de acuerdo; indiferente; en desacuerdo y fuertemente en desacuerdo)
- C.** Algunos científicos pueden descubrir teorías por azar, pero otros científicos pueden inventar teorías a partir de los hechos que ellos conocen. (Respuesta: Fuertemente de acuerdo; de acuerdo, Indiferente; en desacuerdo y fuertemente en desacuerdo)
- D.** Las teorías científicas fueron inventadas por científicos para explicar los fenómenos naturales observados o percibidos. (Respuesta: Fuertemente de acuerdo, de acuerdo; indiferente, en desacuerdo y fuertemente en desacuerdo)
- E.** Las teorías científicas fueron inventadas y probadas por científicos. (Respuesta: Fuertemente de acuerdo, de acuerdo; indiferente, en desacuerdo y fuertemente en desacuerdo).

Pregunta abierta: Por favor, *explique* la diferencia entre descubrir teorías científicas o inventar teorías científicas. Si usted puede, por favor use un ejemplo para ilustrar su idea.

Fase II. Prueba piloto

Entre los semestres de verano y otoño de 2004, SUSI fue piloteado con 40 profesores de escuela elemental de pre-servicio de Estados Unidos. Adicionalmente, fueron entrevistados 20 profesores en pre-servicio de escuelas elementales. Los datos de la entrevista fueron utilizados para modificar ulteriormente ciertos enunciados Likert y frases traducidas.

Fase III. Revisión de expertos y prueba de campo

El SUSI revisado fue analizado por un panel internacional de expertos en enseñanza de la ciencia, que estaban involucrados en la enseñanza o en investigaciones sobre la NOS. Los comentarios de los panelistas y otras sugerencias de mejora fueron utilizados para modificar los ítems. Después (2005), el SUSI revisado fue administrado de nuevo a 60 estudiantes de licenciatura. El tiempo de administración fue entre 30 y 40 minutos.

Para analizar los ítems de Likert, fue creada una taxonomía de visiones acerca de la NOS con base en la literatura existente. Los 58 ítems Likert fueron clasificados en dos grupos: ítems positivos y negativos. El enunciado marcado como '+' representaba visiones *informadas* y consistentes con los documentos nacionales e internacionales sobre reforma de la educación de la ciencia; mientras que los ítems con '-' representaba comprensiones *ingenuas* sobre las comunes entre los estudiantes que no eran consistentes con los documentos estándar. Por cada uno de los ítems Likert "positivos", las respuestas de los estudiantes fueron asignadas con números que iban del 1 al 5 (desde "desacuerdo fuerte"=1 hasta "fuerte acuerdo=5). Los scores fueron asignados en un orden inverso por cada ítem Likert "negativo". Mientras tanto, se desarrolló *una guía de scores* para analizar de forma independiente las respuestas construidas de los alumnos a las preguntas abiertas del SUSI. La rúbrica fue utilizada para analizar la consistencia entre las respuestas de los alumnos a los ítems Likert y sus respuestas construidas. Las respuestas de los estudiantes a cada ítem Likert fueron calificadas como "Consistente" (C) o No Consistente (NC) con las respuestas construidas para cada pregunta abierta. Un código "NA" fue asignado al caso en el que las respuestas construidas por los estudiantes no se dirigen a ningún contenido relacionado con los ítems Likert correspondientes.

Fase IV. Última revisión y prueba de campo

El SUSI tuvo como objetivo seis temas de la NOS: 1) Observaciones e inferencias; 2) Naturaleza tentativa de las teorías científicas; 3) Leyes vs. Teorías científicas; 4) Influencia de la cultura y la sociedad en la ciencia; 5) La imaginación y creatividad en la

investigación científica; 6) Metodología en las investigaciones científicas. Cada tema contiene 4 ítems Likert, involucrando las ideas ingenuas más comunes y las visiones informadas, y, finalmente, una pregunta abierta.

Durante la fase de análisis de datos, la taxonomía creada antes fue utilizada de nuevo para la clasificación de los 24 ítems Likert, y se desarrolló una guía de scores nueva para analizar las respuestas construidas de los alumnos a las preguntas abiertas vinculadas con cada ítem Likert de los 6 temas (ver Tabla 3). Las respuestas de los estudiantes en al menos 5 encuestas completadas fueron primero codificadas por tres miembros del grupo de investigación, y se obtuvo un promedio (*inter-rater*) de confianza de 80 %. La codificación de las respuestas restantes fue completada por dos miembros del grupo de investigación usando la rúbrica común.

Tabla 3

Muestra de la guía de scores para evaluar las respuestas construidas.

No clasificable	Visión ingenua	Visión informada
No hay respuesta; Ellos dicen que no saben; la respuesta no se dirige al punto; OR la respuesta no puede ser clasificada con base en las descripciones de la rúbrica	Las observaciones de los científicos y/o interpretaciones son las mismas sin importar lo que los científicos observan o interpretan porque los científicos son objetivos o porque las observaciones son hechos.	Las observaciones e interpretaciones de los científicos pueden ser diferentes en razón de sus conocimientos previos, perspectivas personales, o creencias.
	La respuesta incluye contradicciones o presunciones básicas que conciernen a la naturaleza de la ciencia o auto-contradicen los enunciados.	

Tanto validez como confianza son indicadores importantes de la calidad de cualquier instrumento cuantitativo. Sin embargo, debido a los componentes empíricos involucrados en el desarrollo del SUSI, los conceptos convencionales de validez y confianza pueden

no “aplicar” bien (Aikenhead & Ryan, 1992; Rubba, Schoneweg Bradford & Harkness, 1996) porque un instrumento de base empírica se desarrolla aquí desde una perspectiva cualitativa que se enfoca más en la credibilidad, honestidad y autenticidad de los datos que en la consistencia a través de constructos y mediciones.

Validez. La imagen de validez y la validez de contenido fueron evaluadas por un panel de 9 expertos. El nivel de acuerdo de cada ítem de escala de Likert fue entre 78% y 100 %. Credibilidad, honestidad y autenticidad del SUSI fue lograda modificando los ítems existentes sacados de estudios empíricos y de la literatura, y analizando los datos desde múltiples fuentes; por ejemplo: las respuestas seleccionadas a los ítems Likert, las respuestas construidas por los participantes a las preguntas abiertas y las subsecuentes entrevistas. Para la escala de ítems Likert, las visiones de los respondientes fueron clasificadas como *visiones ingenuas* si ninguna de las 4 respuestas recibía un score mayor que 3 dentro de cada tema. Finalmente, el porcentaje de visiones “Ingenuas/Informadas” basado en el análisis de las respuestas de los participantes a los ítems Likert fue comparado con aquellas basadas en el análisis de las preguntas abiertas, por tema. La Tabla 4 presenta la comparación de las respuestas de los participantes a los ítems Likert y preguntas abiertas por tema, excluyendo los tres ítems discutidos arriba.

Tabla 4

Comparación de las respuestas que dieron profesores en pre-servicio (USA) a los ítems Likert y preguntas abiertas por tema en la prueba piloto del SUSI.

Aspecto objetivo	Visiones ingenuas		Visiones informadas	
	LR	CR	LR	CR
Observaciones e inferencias (1 A-D)	2	3	35	35
Carácter tentativo (2 A-D)	0	3	40	5
Teorías y leyes científicas (3 A-C)	90	98	0	0
Enraizamiento social y cultural (4 A-D)	5	8	21	7
Creatividad e imaginación (5 A-D)	48	42	15	10
Métodos científicos (6 B-C)	30	33	13	14

Revisando los datos presentados en la Tabla 4, aquellos clasificados como “visiones ingenuas”, fue demostrado consistentemente que hubo altos niveles de acuerdo entre las

respuestas a los dos diferentes tipos de ítems por cada tema. Para las clasificadas como “visiones informadas” se encontró que su porcentaje en la sección construida, fue más bajo que en la sección de respuestas Likert. Esto se debió parcialmente al hecho que muchas respuestas construidas fueron excesivamente breves para dar una respuesta completa a las preguntas abiertas. En adición, se identificaron ligeros desajustes entre los ítems Likert y las preguntas abiertas en ciertos temas que pudieron contribuir a las discrepancias observadas. Por ejemplo, dentro del tema “el carácter tentativo”, mientras los ítems Likert dirigidos hacia los aspectos evolucionistas y revolucionarios de las teorías científicas, en la sección de preguntas abiertas a los participantes se les preguntó por qué ellos pensaban que las teorías científicas podían cambiar, o no cambiar. Por tanto, muchos contestaron sí, o no, sin mencionar la naturaleza del cambio (es decir: acumulativo, modificaciones en proceso y/o remplazo de viejas por nuevas teorías). De acuerdo a nuestra rúbrica de scores, una respuesta construida para ser clasificada como “visión informada” se esperaba que el estudiante explicara ambas: sí, y como, las teorías podían cambiar, es decir, aspectos evolucionista y revolucionario/o de reinterpretación. Nosotros, en consecuencia, propusimos modificar la pregunta abierta para pedir a los encuestados por qué ellos pensaban que las teorías científicas no cambian, o cómo (de qué manera) las teorías científicas podían ser cambiadas o abandonadas.

Confiabilidad. Cuando se seleccionaron los 6 aspectos-objetivo de la NOS en el estudio, se anticipó que dichos aspectos no eran independientes, sino que estaban interrelacionados. En el estudio Delphi conducido por Osborne et al (2003), emergieron 9 temas de los comentarios de los expertos. Los autores también confirmaron que muchos expertos participantes sentían que algunas de las ideas de la NOS estaban interrelacionadas y no eran separables. En el estudio de Tsai y Liu (2005), fueron identificadas 5 sub-escalas en un análisis factorial explicatorio. Mientras tanto, el análisis correlacional también reveló que algunos factores estaban significativamente vinculados con otros.

En el estudio SUSSI se estimó un alfa-Cronbach (se trata de un índice de consistencia interna que toma valores entre cero y 1, su interpretación será que, cuanto más se acerque el índice al extremo 1 mejor será la fiabilidad del instrumento) para el instrumento entero de 0.69., indicador de que el instrumento alcanzó un nivel satisfactorio de consistencia interna (Ling, L. et al, 2008). Se confirmó además la interdependencia entre ciertos aspectos de la NOS. Una análisis reveló que la comprensión de los profesores del aspecto “observación/inferencia” y de la “ciencia cargada de teoría” eran enunciados que se correlacionaban con las ideas acerca del carácter tentativo de las teorías científicas: “la impregnación social”, “la impregnación cultural de la ciencia” y la “metodología de la ciencia”. Esto sugiere que los encuestados que poseen visiones informadas de la NOS cargada de teoría (*Theory Laden NOS*) es más probable que reconozcan también el carácter tentativo, la metodología de las investigaciones científicas

y las influencias social y cultural sobre el desarrollo del conocimiento científico. Esto parece lógico porque si alguien entiende que el desarrollo del conocimiento científico depende de las observaciones e inferencias, y que las perspectivas de la ciencia actual y de los científicos guían a las observaciones e inferencias, entonces resulta inevitable que reconozcan que múltiples perspectivas pueden contribuir a validar múltiples interpretaciones de las observaciones y que los científicos pueden usar diferentes métodos para conducir sus investigaciones. Por tanto, las leyes y teorías científicas pueden cambiar a la luz de nuevas observaciones/interpretaciones y ser influidas por factores sociales y culturales.

CAPÍTULO 1

LA NOS EN MÉXICO

En México los estudios sobre las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia son muy escasos; entre estos destacan el de Fernando Flores y colaboradores del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la UNAM con el título *Concepciones sobre la Naturaleza de la Ciencia de los Profesores de Biología de Nivel Secundario*. Este estudio se realizó en 2006 en una muestra de 157 profesores de Biología de secundaria de 19 estados del país a los cuales se les aplicó un instrumento de 8 preguntas de opción múltiple (4 opciones). Cada opción corresponde a una de las corrientes filosóficas de la ciencia: empirismo, racionalismo, positivismo y relativismo, de modo que con las respuestas se puede construir el perfil epistemológico del profesor (Flores et al, 2007).

Este estudio fue de carácter exploratorio debido a que la muestra que se utilizó no es representativa y carece de valor estadístico. Como resultado se observó que más del 50% de los docentes de Biología poseen concepciones positivistas, el resto de los profesores se distribuyen en forma uniforme en las otras tres categorías. Se destaca que sólo un poco menos del 10% de los docentes presentaron una tendencia hacia el relativismo, el cual, según los autores, corresponde a una visión contemporánea de la construcción del conocimiento científico.

También se observó que el 47% de los profesores de Biología son normalistas y el 35% son universitarios con formación afín a la Biología, el resto pertenece a otras profesiones. No se observaron diferencias importantes entre normalistas y universitarios en cuanto a las tendencias en las concepciones de la naturaleza de la ciencia.

Estos mismos autores realizaron una investigación similar con profesores de Química de secundaria. En este estudio también se trata de caracterizar las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los docentes en términos de las corrientes filosóficas que comparten los profesores de química, a fin de determinar prácticas y procesos educativos que requieren su transformación. Se aplicó un cuestionario a una muestra de 156 profesores de química de 10 estados de la república. Los resultados se complementaron con una entrevista posterior a una sub-muestra de estos profesores. Como resultado se observó que los profesores de química se identifican más con el positivismo lógico, pero muestran en menor medida otras corrientes, lo que indica que el pensamiento de los profesores no es homogéneo. En segundo y tercer lugar figuran las posiciones racionalista y relativista. En cuanto al origen se destaca que los profesores que tienen

estudios profesionales de química muestran una franca tendencia hacia el relativismo (Flores et al, 2007).

Estos mismos autores también realizaron previamente en el 2000 un estudio parecido con profesores de Física, encontrando que sus concepciones de la naturaleza de la ciencia son de tendencia empirista con un enfoque conductista con respecto al aprendizaje. Sin embargo, después de un curso de actualización el mismo grupo de profesores mostraron un giro en sus creencias con tendencias positivistas en transición hacia el constructivismo (Flores, F. et al., 2000)

Más recientemente, Janet Verjovsky y Guillermina Waldegg (2005) realizaron un estudio a profundidad de las creencias y prácticas educativas de una profesora de Biología de una preparatoria que participaba en un programa internacional del aprendizaje colaborativo en ciencias usando la tecnología de la información y comunicación (TIC). En este estudio se considera que las posiciones epistemológicas influyen en las prácticas de enseñanza de las ciencias. En el caso de esta profesora observaron que sus creencias se inclinaban hacia el positivismo y que sus estrategias de enseñanza giraban en torno al control verbal de la clase. No obstante sus esfuerzos por implantar estrategias innovadoras de corte constructivista, su práctica gravitaba hacia lo tradicional. Sin embargo, en las evidencias se destacan signos de un proceso gradual de reconstrucción de su modelo de enseñanza y aprendizaje de la ciencia.

En estos estudios se muestra que los profesores de ciencias de la secundaria tienen diferentes concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, pero en términos de las corrientes filosóficas. Esta forma de análisis no permite precisar en qué aspectos de la naturaleza de la ciencia los profesores tienen concepciones ingenuas o inadecuadas y cuáles son sus efectos en la práctica educativa y cómo influye en el aprendizaje de sus alumnos.

Mellado (1996) de la Universidad de Extremadura reporta una investigación que se realizó en España, para conocer las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia y su relación con la práctica educativa. Para ello realizó un estudio de caso de cuatro profesores al final de su formación inicial, durante el curso 1992–1993. Dos profesores eran maestros especialistas en ciencias y los otros dos eran licenciados en ciencias, uno de física y otro de biología. El análisis de la información se realizó por medio de mapas cognitivos para representar las creencias de los profesores sobre la ciencia y la enseñanza de las ciencias. Los resultados de esta investigación indican que *no hay correspondencia entre las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia y su práctica educativa*. Uno de los profesores que mostró una concepción más positivista de la ciencia fue el más constructivista en el aula. En cambio otro profesor con concepción relativista sobre la ciencia mostró prácticas de enseñanza tradicional o memorística.

También de España, Jenaro Guisasola y Maite Moretin (2007) reportan un estudio realizado con un grupo de estudiantes del 2º curso del Magisterio que tuvo por objeto conocer la comprensión que tienen los futuros profesores sobre la naturaleza de la ciencia. Interesaba explorar tres aspectos principales de la naturaleza de la ciencia: sus objetivos, la metodología y el desarrollo del conocimiento científico. Para investigar las ideas de los estudiantes sobre ciencia se aplicó un cuestionario que incluía 8 preguntas a una muestra de 42 estudiantes. Como resultado se obtuvo que los futuros profesores consideran que la ciencia es un cuerpo de conocimientos acerca de los fenómenos naturales. La observación y detección de fenómenos es lo más importante de la metodología científica. Sin embargo, no distinguen claramente entre teorías y datos experimentales. Hay una falta de reflexión sobre la naturaleza del conocimiento científico, lo que se refleja en el porcentaje de estudiantes que no contesta y las inconsistencias en muchas de sus explicaciones.

En España, al igual que en México, casi no consideran contenidos específicos sobre la naturaleza de la ciencia en los programas de formación del profesorado. Por ello, los futuros maestros tendrán dificultades para transferir a la práctica los contenidos que desconocen y que generalmente no se incluyen en los libros de texto.

CAPÍTULO 2

OBJETIVO GENERAL

Investigar el nivel de comprensión de los profesores de ciencias de secundaria sobre la naturaleza de la ciencia y sus efectos en su práctica educativa.

En la consecución de este objetivo se plantean los siguientes **objetivos específicos**:

- Conocer el nivel de comprensión sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de Biología, Física y Química de las escuelas secundarias generales del D.F.
- Investigar si los profesores de ciencias de secundaria que tienen concepciones “adecuadas” sobre la naturaleza de la ciencia dedican mayor atención al desarrollo de proyectos con sus alumnos que los profesores que tienen concepciones ingenuas sobre la naturaleza de la ciencia.
- Examinar si los profesores que tienen más concepciones “ingenuas” sobre la naturaleza de la ciencia, tienden a transferir información y a dar la clase de manera tradicional y los proyectos se desarrollan de manera superficial.
- Conocer la comprensión de los alumnos sobre la naturaleza de la ciencia y determinar si hay diferencias cuando sus profesores tienen concepciones adecuadas de la naturaleza de la ciencia y cuando sus concepciones son ingenuas.
- Conocer las opiniones de los alumnos en cuanto a sus experiencias en el desarrollo de proyectos cuando sus profesores tienen concepciones adecuadas y cuando tienen concepciones ingenuas de la naturaleza de la ciencia

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

Esta investigación, como antes se dijo, se basa en una aplicación del instrumento SUSSI. Eso significa que se usarán seis temas o indicadores como reactivos Lickert (observaciones e inferencia; el conocimiento científico está sujeto a cambio; teorías y leyes científicas; la influencia social y cultural sobre la ciencia; la creatividad e imaginación en ciencia; el método científico). Esto significa que se usarán 24 reactivos tipo Lickert, 4 ítems por cada tema, y una pregunta abierta por cada tema. La medición consiste en asignar un número a cada respuesta, desde 1 (totalmente de acuerdo) hasta 5 (totalmente en desacuerdo, incluyendo 3 para la posición de “indiferente”). El nivel de comprensión de la NOS se construye con el promedio de las respuestas a cada ítem. Una puntuación promedio igual o menor a 3 se considera una concepción “ingenua” o “mal informada” y una puntuación superior a 3 se evalúa como una “concepción “informada”. Una concepción entre 3 y 4 se considera como una concepción “en transición”.

Validación: El instrumento SUSSI fue validado a través de múltiples aplicaciones entre estudiantes de la carrera docente y graduados docentes en países tan distintos como Estados Unidos, China y Turquía; además es un instrumento construido con base en documentos que cumplen con estándares nacionales e internacionales existentes en la literatura sobre ciencias de la educación (Liang, L. et al, 2006). En México se buscó validar el instrumento traduciéndolo al español y adecuándolo al contexto mexicano. Una prueba de validación (estudio piloto) consistió en aplicar el instrumento SUSSI a un grupo de 4 maestros de ciencias y 16 alumnos de secundaria que se interpretaron como positivos.

Muestra: Debido a las limitaciones económicas de la investigación, se decidió adoptar una muestra de sólo 10 escuelas secundarias del D. F. seleccionadas aleatoriamente; asimismo, de cada escuela se seleccionaron (aleatoriamente) a dos maestros de ciencias por cada grado, de modo que al final se tuvieron: 20 maestros de biología, 20 maestros de física y 20 maestros de química. Los maestros fueron elegidos en cada escuela de acuerdo con la siguiente regla (establecida por el investigador): uno con más de 5 años de experiencia y el otro con menos de 5 años de experiencia, en ambos casos se elegirán a los más próximos a cumplir años.

Para verificar y aclarar las respuestas abiertas de los profesores se realizó complementariamente una entrevista a algunos profesores cuyas respuestas se

consideraban incompletas. Además de SUSSE se elaboró y aplicó un cuestionario para indagar la práctica educativa. También se consideró necesario aplicar un cuestionario a dos grupos de alumnos: un grupo de aquellos profesores que hubieran obtenido las más altas calificaciones en la aplicación del instrumento SUSSE y otro de aquellos docentes con las calificaciones más bajas. A fin de simplificarlo se optó por **seleccionar dos grupos de 15 alumnos por grado, de modo que al final se tuvieron 6 grupos de alumnos**. Total de alumnos: 90. Por último, se previó realizar un grupo focal de alumnos por grado para indagar su opinión sobre el desarrollo de los “proyectos” en su clase.

La investigación se realizó a lo largo del año 2012 en escuelas del Distrito federal, México.

La escala de Likert puede derivar datos a los que se les pueden aplicar las técnicas estadísticas para su análisis. SUSSE se tradujo al español y se hicieron pruebas y ajustes necesarios para adaptarlo a las condiciones de México antes de su aplicación.

Para el análisis de la práctica educativa se pensó en la construcción de un cuestionario que permitiera ubicar la didáctica que aplican los docentes de ciencias en su práctica profesional, poniendo énfasis en la metodología de enseñanza que utilizan y el tratamiento que dan a los proyectos contemplados en los programas y libros de texto de ciencias de secundaria. Cada elemento o pregunta del cuestionario se elaboró como una declaración que los docentes evaluaron en función de su posición personal, manifestando su grado de acuerdo o desacuerdo. Este cuestionario se sometió a un proceso de construcción y prueba para su validación antes de su aplicación final.

El cuestionario que se utilizó para explorar el grado de comprensión de la naturaleza de la ciencia de los alumnos fue el mismo instrumento SUSSE, pero no se consideró necesario aplicarlo a todos los alumnos de los profesores seleccionados. Se seleccionaron dos grupos de 30 alumnos diferenciados en sub-grupos de 15 alumnos por grado. Enseguida se separaron los alumnos del profesor con la mayor puntuación SUSSE y los alumnos con la menor puntuación SUSSE. La hipótesis previsible era: a mayor comprensión de la naturaleza de la ciencia del profesor mayor sería el nivel de comprensión de sus alumnos sobre la naturaleza de la ciencia.

Todos los cuestionarios fueron digitalizados y procesados con el paquete estadístico SPSS y se generaron los cuadros o matrices para su análisis.

En cuanto a los grupos focales para indagar la opinión de los alumnos sobre sus experiencias en el desarrollo de proyectos se seleccionó un grupo de 12 a 15 alumnos por grado y se elaboró una guía con 6 preguntas, haciéndose los arreglos necesarios para que los grupos tuvieran una duración máxima de 4 horas.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

En los párrafos siguientes se ofrecen los principales resultados de la investigación.

PRIMERA PARTE. RESULTADOS PROFESORES

Los resultados globales de esta investigación con base en la muestra aleatoria de 60 profesores de ciencias de secundaria del Distrito Federal son los siguientes:

La edad promedio de los profesores de biología y de química es de 48 años; la edad promedio de los profesores de física es de 44 años.

Dos de cada tres profesores de ciencias son mujeres y en una proporción similar son casados.

La antigüedad promedio como docentes de los profesores de ciencias es de 18 a 20 años.

Entre el 40% y el 50% de los profesores de física y química son normalistas, esta proporción se reduce al 16% en los profesores de biología.

El 100% de los profesores de ciencias tienen licenciatura; el 50% de los profesores de biología tiene licenciatura en biología, los demás tienen licenciatura en otras carreras afines como la de médico cirujano y veterinario. El 65% de los profesores de química son químicos, químicos fármaco-biólogos e ingenieros bioquímicos, los demás también tienen otras carreras afines como la de médico y veterinario. Sólo el 12% de los profesores de física tienen licenciatura en física, los demás tienen licenciatura en ciencias naturales o son químicos.

Los profesores de química afirman tener un promedio de 90 horas de capacitación y actualización en los últimos 12 meses. Las horas promedio de capacitación y actualización de los profesores de biología y física varían entre 60 y 70 horas en los últimos 12 meses.

El 40% de los profesores de biología atienden a cuatro grupos (con 6 horas semanales por cada grupo) esta proporción se eleva al 47% en los profesores de química y al 60% en los profesores de física. El promedio de alumnos que atienden por grupo es de 36 alumnos.

Entre el 30 y 40% de los profesores de ciencias trabajan en una segunda escuela. El 20% de los profesores de biología también imparten la clase de química en tercer grado. Así mismo, el 20% de los profesores de química imparten física en segundo grado.

1. LAS CONCEPCIONES DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA DE LOS PROFESORES DE SECUNDARIA

Puntuación promedio general: 3.39 lo cual indica una concepción de la naturaleza de la ciencia en transición en un nivel bajo o incipiente.

El 20% de los profesores resultaron con puntuaciones menores que 3 o sea de concepciones ingenuas o inadecuadas.

El 55% de los profesores manifestaron puntuaciones entre 3 y 3.7 lo cual indica concepciones en transición.

El 25% de los profesores mostraron puntuaciones mayores que 3.7 lo cual indica concepciones informadas de la naturaleza de la ciencia.

Dos de cada tres maestros de biología y de química tienen concepciones ingenuas de la naturaleza de la ciencia; esta proporción se reduce al 50% en los maestros de Física

1.1. Observaciones e inferencias

Ingenuamente un tercio de los maestros de ciencias creen que las observaciones de los científicos de un mismo evento deben ser las mismas debido a que las observaciones son hechos y los científicos son objetivos.

Se piensa que las observaciones y las interpretaciones de los científicos son las mismas porque cuando se observa se está comprobando algo y se está reafirmando de tal manera que la interpretación es lo que se está observando directamente, por ello deben ser las mismas.

Pregunta abierta: Las respuestas que dan a las preguntas abiertas son frecuentemente contradictorias con las respuestas que ofrecen en las preguntas cerradas: una maestra,

bióloga (Folio 32) contesta erróneamente las preguntas cerradas 1a y 1b, en cambio, en la sección abierta, expone claramente que “los científicos pueden hacer observaciones e interpretaciones diferentes”. Un maestro de física (Folio 43), en las preguntas cerradas está “de acuerdo” en el enunciado “las observaciones de los científicos de un mismo evento deben ser las mismas debido a que los científicos son objetivos”, en cambio, en la pregunta abierta escribe: “Desde la perspectiva humana, cada persona tiene una manera de pensar y por eso cada uno tiene su propia perspectiva de la observación”. Al examinar 45 de las respuestas a preguntas abiertas 32 de ellas (el 73%) fueron respuestas informadas o correctas (Sussi y Lickert).

1.2. El conocimiento científico está sujeto al cambio

Un tercio de los profesores de ciencias ingenuamente argumentan que las teorías científicas basadas en experimentación precisa no podrán cambiar. Afirman que lo expuesto por los científicos no cambia, sino que se va complementando con el paso del tiempo hasta lograr mayor precisión, pero sin desechar ideas anteriores. Se piensa que cuando la teoría está bien fundamentada no cambia aunque la ciencia siga progresando – los nuevos conocimientos se suman a los ya existentes.

Pregunta abierta. Un profesor de física y química (Folio 44) demuestra una gran coherencia entre sus respuestas (tanto a las preguntas abiertas como a las cerradas), otro profesor (Folio 45), en cambio, afirma estar totalmente de acuerdo” en 2d. con la frase “las teorías científicas basadas en experimentación precisa no podrán cambiar”, en cambio, en la opción abierta escribe: “La teoría del flogisto cambió en base al diseño experimental, al registro de resultados y repetición de experimentos”. Sin embargo, se observa, en general, una mejor comprensión por parte de los maestros de la mutabilidad del conocimiento científico. Como en el caso anterior, 32 de 45 respuestas (73 %) se pueden juzgar acertadas o informadas.

1.3. Teorías y leyes científicas

Todos los maestros de ciencias equivocadamente consideran que las leyes científicas son teorías que han sido probadas. Ingenuamente piensan que las teorías existen en el mundo natural y que son descubiertas a través de la investigación científica. Creen que una teoría se vuelve ley cuando se comprueba verdadero algún fenómeno natural. Una ley es porque está demostrada y comprobada, la teoría está en ese proceso o sea, consideran que las leyes son teorías que han sido probadas. Por eso se piensa que una ley no puede cambiar, pues ya está establecida y comprobada, tiene validez universal y no se puede cuestionar ni cambiar.

Pregunta abierta. En efecto, existe la tendencia a considerar la ley como una “teoría que ha sido probada” y las respuestas construidas revelan una gran dificultad de comprensión de parte de los docentes. Por ejemplo, un profesor de física (Folio 30), erróneamente está “de acuerdo” en 3c con el enunciado “las leyes científicas son teorías que han sido probadas” y ratifica esta opinión equívoca escribiendo en la pregunta abierta: “La ley científica es una teoría aprobada y comprobada”. Otro profesor de física (Folio32) está de acuerdo con 3c (“las leyes científicas son teorías que han sido probadas”), concepción errónea, pero en su opción abierta se explaya y dice “Las leyes también cambian: recuérdese el abandono de las leyes de Newton por el desarrollo de la mecánica cuántica”. En cifras: de 45 respuestas sólo 7 (16%) fueron respuestas correctas o informadas.

1.4. La influencia social y cultural

El 50% de los profesores de biología y el 66% de los profesores de física y química afirman categóricamente que la investigación científica no está influenciada por la cultura o la sociedad debido a que los científicos están formados para conducir estudios puros, por lo que consideran que la ciencia es universal e independiente de la sociedad y la cultura. Los contextos socioculturales de cada científico están inmersos en su formación, pero los conocimientos puros de la ciencia no se modifican ante la cultura. La ciencia es pura y la formación sociocultural es independiente. La investigación científica se da en relación a los intereses universales que como seres humanos tenemos en cualquier ámbito. Lo que se acepta en la cultura de una sociedad puede no aceptarse en otra, pero estas opiniones no determinan la dirección que deba seguir la investigación científica.

Pregunta abierta. Hay numerosas contradicciones, incluso en las respuestas a las preguntas cerradas: un profesor (Folio 33) está en desacuerdo (erróneamente) con 1ª (“La investigación científica no está influenciada por la cultura...etc.”) y sin embargo, esta “en total desacuerdo” con la afirmación 4b (“Los valores culturales y las expectativas determinan lo que es aceptable en ciencia”) que es correcta. No obstante, en la pregunta abierta escribe acertadamente que “La investigación científica está sujeta a los intereses de la sociedad y la cultura”. En cambio, un profesor de química (Folio 34) dice estar “totalmente de acuerdo” con la frase “La investigación no está influenciada por la cultura...etc.”, en cambio, contradictoriamente escribe en la sección abierta: “La investigación científica ha estado influenciada a través de los tiempos por la política, la religión y la sociedad”. En resumen: de 45 respuestas, 34 (77 %) fueron respuestas correctas o informadas.

1.5. La imaginación y la creatividad

El 55% de los profesores de ciencias considera que los científicos se abstienen de usar su imaginación y creatividad porque se contraponen al razonamiento lógico e interfiere en la objetividad requerida en el trabajo científico. Creen que los científicos no usan su imaginación y creatividad porque basan sus actividades en un protocolo de investigación profesional y ético, dejando de lado sus sentimientos y compromisos ya que la ciencia debe ser objetiva para obtener resultados fieles y reales. Las ciencias son exactas y se trabajan a través del razonamiento lógico; es decir, sobre hechos comprobables y que puedan reproducirse – el imaginar es algo de lo que no se tiene seguridad y no se ha comprobado. La imaginación queda fuera de contexto porque no puede usarse para observar un fenómeno y buscar su explicación.

Pregunta abierta. Se registran asimismo muchas contradicciones. Sin embargo, un profesor de química (Folio 19) contestó erróneamente las preguntas cerradas 1ª y 2b al manifestar su “total desacuerdo” con la frase “Los científicos utilizan su imaginación y creatividad cuando realizan el levantamiento de datos” y con la frase “Los científicos usan su imaginación y creatividad cuando interpretan los datos” y la opción abierta reafirma su error al decir: “No usan su imaginación porque son hechos reales”. En cambio, un profesor de física (Folio 16) contesta acertadamente las preguntas cerradas al conceder que la imaginación y creatividad tienen un papel importante en la actividad científica y confirma esa postura escribiendo: “Los científicos sí usan su imaginación y creatividad para explicar algún hecho o fenómeno. Por ejemplo, el experimento que ideó Lavoisier para establecer la ley de la conservación de la materia” o cuando Newton, a través de la caída de una manzana llegó a formular la ley de gravedad”. Cuantificando: sólo 29 de 45 respuestas (el 66 %) fueron respuestas correctas o informadas.

1.6. El método científico

Alrededor del 50% de los profesores de ciencias ingenuamente cree que los científicos siguen el método científico paso a paso, para obtener resultados verdaderos y precisos. Consideran que la ciencia que no tiene experimentación no es ciencia, la experimentación es un paso obligado del método científico. El método científico es único, presenta una serie de pasos para dar origen a teorías y leyes. En toda investigación científica se aplica el método científico, pues es la manera universal que lleva a una verdad.

Pregunta abierta. Un profesor de física y química (Folio 36) contestó acertadamente las cuatro preguntas cerradas respecto al método científico y confirmó su visión correcta al decir: “En la actualidad ya no se usa un método científico como receta, señalando paso a paso, etc. Una investigación puede iniciar a partir de la experimentación, etc.”. En

cambio, otro profesor (Folio 37) contestó equivocadamente las cuatro preguntas (6ª, 6b, 6c, 6d) y reafirmó su visión equivocada al afirmar: “La investigación debe llevar un orden: observación-hipótesis-experimentación-teoría-comprobación-ley...etc.”. De las 45 respuestas recogidas en este reactivo, sólo 21 (el 48 %) fueron correctas o informadas.

2. LA PRÁCTICA EDUCATIVA

Por la importancia que los profesores conceden a diferentes aspectos de la enseñanza se pueden distinguir dos tipos predominantes de profesores: los profesores que se ocupan en transferir información y los profesores constructivistas (uso esta palabra para identificar al grupo de maestros que tienen una docencia más activa, con mayor participación de los alumnos).

Los primeros consideran importante que el profesor ocupe el lugar principal de la clase como expositor de los conceptos científicos y que los alumnos memoricen los principales conceptos científicos. También consideran importante que los alumnos comprendan los fundamentos históricos y teóricos de la ciencia. Estos profesores representan un tercio del cuerpo docente de ciencias de las escuelas secundarias. Alcanzan una puntuación promedio de 3.35 en la concepción de la naturaleza de la ciencia, lo cual los ubica debajo de la media.

Los profesores no tradicionalistas a quienes he llamado “constructivistas” (consciente de que la expresión no es precisa conceden mayor importancia a los siguientes aspectos de la enseñanza:

- Que los alumnos relacionen los conocimientos que van adquiriendo con lo que ya sabían.
- Que los alumnos aprendan a argumentar a favor o en contra de alguna idea o concepto.
- Que los alumnos aprendan a analizar y reflexionar sobre las aplicaciones prácticas del saber científico.
- Que los alumnos adquieran habilidades para el trabajo científico.
- Que los alumnos aprendan a distinguir ideas no científicas.
- Dos de cada tres profesores de ciencias son constructivistas y alcanzan una puntuación promedio de 3.45 en su concepción de la naturaleza de la ciencia, la cual los ubica por arriba de la media. 66% excelentes, con más de 120 alumnos y con otros grupos de otro grado.

2.1 El Trabajo de los Proyectos

El desarrollo y evaluación de los proyectos (que se contemplan para cada unidad de estudio) ocupan poco tiempo de la práctica educativa. En promedio, los profesores de ciencias dedican de dos a tres horas a la semana a revisar y supervisar el desarrollo de los proyectos de sus alumnos. Un tercio de los profesores creen que el excesivo contenido de los temas (en realidad los programas son de corte enciclopedista) que se requiere cubrir en clase impide el trabajo de proyectos.

Casi todos los profesores (95%) están de acuerdo en que el trabajo de proyectos permite que el alumno desarrolle sus capacidades de investigación y resolución de problemas a partir de experiencias concretas y origina oportunidades para que los alumnos desarrollen su pensamiento crítico y la creatividad. Los profesores también afirman que los alumnos aprenden el lenguaje científico con el trabajo de proyectos. Dos de cada tres profesores están convencidos de que a través de la elaboración de proyectos los alumnos aprenden conceptos de la ciencia que no podrían adquirir en las clases convencionales.

Sin embargo, sólo el 22% de los profesores afirman que durante las clases se desarrollan los proyectos de cada bloque, en alrededor del 50% de las clases. Estos profesores alcanzan una puntuación promedio de 3.57 en la concepción de la naturaleza de la ciencia. Esto parece indicar que los profesores con mayor puntuación en la comprensión de la naturaleza de la ciencia son más propensos a dedicar mayor atención al desarrollo de los proyectos de cada bloque en clase.

Los alumnos trabajan en equipos los proyectos de cada bloque del programa dentro de sus clases, de manera eventual o al final del curso. Los profesores que procuran formar grupos de alumnos para trabajar en equipos en casi todas las clases alcanzan una puntuación promedio de 3.56 en la concepción de la naturaleza de la ciencia. Sin embargo estos apenas cuentan el 13% del cuerpo docente.

2.2 La enseñanza

Dos de cada tres profesores dan la clase o exponen los temas completos en más del 50% de sus clases. En una proporción similar, aunque con mayor intensidad, los profesores dedican su atención a conducir sesiones de preguntas y respuestas. El 47% de los profesores practica de manera sistemática la lectura en voz alta del alumno, en más del 50% de sus clases. También se practica la lectura en silencio del libro de texto pero de manera más esporádica o eventual. Tres de cada cuatro profesores dicen trabajar de forma individual con sus alumnos o les ofrecen asesoría personalizada. El 40% de los profesores piden a sus alumnos escribir resúmenes de las lecturas o lecciones revisadas en más del 50% de sus clases.

Tres de cada cuatro profesores propician que el alumno exponga lo que sabe y exprese su opinión sobre el tema a tratar, en más del 50% de sus clases. Así mismo, con una frecuencia similar, el 47% de los profesores estimulan y alientan el debate de ideas entre sus alumnos. Estos profesores alcanzan una puntuación promedio de 3.54 en la concepción de la naturaleza de la ciencia y es más frecuente que ocurra con los profesores de biología (66%).

El 80% de los profesores intervienen de manera oportuna con preguntas para motivar la reflexión racional de los alumnos, en más del 50% de sus clases. En una proporción similar, también se fomenta la consulta de bibliografía científica.

Tres de cada cuatro profesores forman grupos de alumnos para trabajar en equipos. El 77% de los profesores utilizan objetos o modelos para explicar o demostrar un concepto científico, en más del 50% de sus clases. En una proporción similar también realizan experimentos para explicar o demostrar algún concepto científico. Se destaca que los profesores que realizan experimentos en todas o casi todas sus clases alcanzan una puntuación promedio de 3.68 en la concepción de la naturaleza de la ciencia, aunque estos sólo representan el 25% del cuerpo docente.

El 50% de los profesores plantean los temas a tratar como problemas a resolver y hacen uso de los medios digitales (computadora, proyector, video TV, etc.), en más del 50% de sus clases. Estos últimos alcanzan una puntuación promedio de 3.54 en la concepción de la naturaleza de la ciencia.

2.3 Actividades educativas de los alumnos

Uno de cada tres alumnos trabajan en formular preguntas precisas sobre el problema a investigar, en más del 50% de sus clases, los demás lo hacen sólo en algunas clases o de manera eventual. En una proporción similar, los alumnos aprenden a formular hipótesis y se ejercitan en la resolución de problemas por sí solos.

El 60% de los profesores declaran que sus alumnos se aplican a realizar observaciones de algún fenómeno o experimento y llevan los registros necesarios, en más del 50% de sus clases. También preparan trabajos o informes por escrito de forma individual.

El 70% de los profesores afirman que sus alumnos responden oralmente a sus preguntas abiertas, identifican oposiciones y aprenden a argumentar sus propias posiciones, en más del 50% de sus clases. Los profesores que procuran que en sus clases sus alumnos argumenten sus posiciones alcanzan una puntuación promedio de 3.65 en la concepción de la naturaleza de la ciencia, sin embargo estos sólo representan el 20% de los profesores.

Tres de cada cuatro profesores aseguran que sus alumnos estudian en sus libros de texto y realizan ejercicios en sus cuadernos de trabajo, en casi todas las clases. De manera excepcional responden a guías de estudio elaboradas por el profesor. Sólo en algunas clases se pide al alumno memorizar conceptos, teorías y leyes científicas. Ocasionalmente, realizan visitas a museos o exposiciones sobre temas científicos.

2.4 Las tareas que se encargan para realizar en casa

Dos terceras partes de los profesores encargan de tarea a sus alumnos resolver problemas o responder a preguntas, casi siempre o de una a dos veces por semana. También es muy frecuente que encarguen hacer observaciones de algún fenómeno natural y llevar los registros correspondientes.

El 50% de los profesores reporta encargar de tarea a sus alumnos hacer investigaciones bibliográficas y escribir descripciones y definiciones, de una a dos veces por semana. También dejan de tarea lecturas del libro de texto o material suplementario y hacer los resúmenes correspondientes, al menos una vez al mes.

Todos los profesores encargan realizar trabajos relacionados con algún proyecto, incluyendo su presentación y reporte escrito, al menos una vez al mes.

Es poco frecuente que los profesores encarguen de tarea hacer entrevistas o encuestas o visitar museos y exposiciones científicas y tecnológicas.

2.5 Estrategias de evaluación

Para evaluar el desempeño de sus alumnos los profesores toman en cuenta principalmente la participación en clase y las prácticas de los procesos experimentales que se llevan a cabo. También se considera la exposición de temas y presentaciones gráficas al grupo.

Tres de cada cinco profesores utilizan frecuentemente las pruebas escritas y orales para evaluar a sus alumnos; también es frecuente evaluar a sus alumnos por su desempeño en el desarrollo de sus proyectos y reportes de investigación.

El 40% de los profesores reportan utilizar el portafolio de evidencias como una estrategia de evaluación.

3. SINTESIS DE RESULTADOS DE MAESTROS

1. Los profesores de ciencias de las escuelas secundarias del D. F. tienen una edad promedio de 48 años, su experiencia en la docencia gira alrededor de 20 años, todos tienen licenciatura y aproximadamente el 35% son normalistas. Dos de cada tres profesores son mujeres. Entre 40 y 50 por ciento de los profesores atienden a cuatro grupos de un promedio de 36 alumnos cada uno. Cada clase de ciencias se imparte 6 horas a la semana (tres sesiones de 2 horas cada una). Entre 30 y 40 por ciento de los profesores también trabajan en una segunda escuela.
2. El 20% de los profesores de ciencias de las escuelas secundarias del D. F. tienen concepciones ingenuas en torno a la naturaleza de la ciencia; sólo el 25% de los profesores demostró concepciones informadas o adecuadas. Puede decirse que el 55% restante tiene concepciones de la naturaleza de la ciencia en transición; es decir, muestran rasgos de concepciones modernas (concepciones posteriores al giro historicista introducido por Khun en 1962), pero aún conservan algunas concepciones ingenuas (concepciones positivistas, fisicalistas, etc. anteriores a Khun); por ejemplo, todos creen que las teorías se vuelen leyes cuando éstas han sido suficientemente probadas y que los científicos siguen *el método científico* paso por paso y cuando lo siguen correctamente, los resultados son verdaderos y precisos.
3. No fue posible realizar un análisis semántico de las respuestas de los docentes a las preguntas abiertas debido a la sobriedad de los textos, de modo que las ponderamos como “acertadas” y “erróneas”. Se pueden resumir así (se analizaron sólo 45 casos):

REACTIVOS	RESPUESTAS ACERTADAS
1	32
2	32
3	7
4	34
5	29
6	21

4. Un tercio del cuerpo docente de ciencias aún sigue prácticas educativas tradicionales, por lo que consideran importante que el profesor ocupe el lugar principal de la clase como expositor de los conceptos científicos y que los alumnos memoricen los principales conceptos científicos. Estos profesores alcanzan una puntuación promedio de 3.35 en la concepción de la naturaleza de la ciencia, la cual los ubica debajo de la media (3.39).
5. No se pudo comprobar que existiera una correlación significativa clara entre conocimiento de la NOS y prácticas docentes. Sin embargo, se puede concluir algunos aspectos. Dos de cada tres profesores de ciencias sostienen prácticas educativas “progresistas” o “más activas” (a las que he llamado, arbitrariamente, “constructivistas”. Estos profesores alcanzan una puntuación promedio de 3.45 en su concepción de la naturaleza de la ciencia, la cual los ubica por arriba de la media (3.39).
6. Casi todos los profesores coinciden en los beneficios y aprendizajes que adquieren los alumnos en el trabajo de proyectos, sin embargo, son muy pocos los que procuran que sus alumnos formen equipos y realicen los proyectos en clase, de manera sistemática. Estos profesores apenas representan el 22% del cuerpo docente. Los datos recogidos parecen indicar que los profesores con mayor puntuación en la comprensión de la naturaleza de la ciencia son más propensos a dedicar mayor atención al desarrollo de los proyectos de cada bloque en clase, aunque los programas de corte enciclopedista frenen esa iniciativa.
7. Los resultados de este estudio señalan la necesidad de impulsar la formación de los profesores de ciencias de las escuelas secundarias del D.F. en los siguientes temas:
 - a. La naturaleza de la ciencia, historia de la ciencia y metodología de la investigación científica.
 - b. Trabajo colaborativo con los alumnos
 - c. Diseño de experimentos y su realización en clase con apoyo efectivo de la SEP
 - d. Prácticas del pensamiento crítico y formulación de preguntas de reflexión.
 - e. Prácticas de debate en clase y argumentación.
8. Es importante promover los estudios de carácter cualitativo (Candela et al.; 2012) los cuales han adquirido mayor presencia a partir de los primeros años de 1960 como reacción a los enfoques positivistas de investigación educativa que privilegian los métodos cuantitativos y experimentales, basados en datos estadísticos. Dichos estudios ofrecen ventajas importantes. También es importante promover

investigaciones mixtas: que vinculen recursos cuantitativos con cualitativos (el instrumento SUSSI es un ejemplo).

SEGUNDA PARTE - RESULTADOS DE ALUMNOS

En la primera parte de este estudio se investigó el nivel de comprensión de los profesores de ciencias de secundaria sobre la naturaleza de la ciencia; en esta segunda parte se pretende explorar qué tanto la comprensión del profesor a cerca de la naturaleza de la ciencia se traduce en prácticas educativas funcionales y si impacta en el aprendizaje del alumno.

Para investigar el grado de comprensión de la naturaleza de la ciencia de los alumnos se aplicó el mismo instrumento SUSSI, pero sólo a dos grupos de 15 alumnos por grado, de modo que se obtuvo una muestra de 90 alumnos. De cada grado se seleccionaron los alumnos del profesor con mayor puntuación en SUSSI y los del profesor con la puntuación más baja. Este diseño se realizó con el propósito de comprobar si a mayor comprensión de la naturaleza de la ciencia del profesor, mayor sería el nivel de comprensión de sus alumnos sobre la naturaleza de la ciencia.

A continuación se presenta el informe de los resultados de la segunda parte de esta investigación que comprende la visión de los alumnos de secundaria sobre la naturaleza de la ciencia y su relación con la caracterización de la práctica educativa, también se incluyen los resultados de las pruebas de hipótesis correspondientes (ver anexo 1). En el anexo 2 se incluye el instrumento SUSSI adaptado para su aplicación a los alumnos de secundaria, así como el cuestionario utilizado para analizar la práctica educativa desde la perspectiva de los alumnos.

Estos resultados permitirán confirmar las recomendaciones para orientar la formación de los profesores de ciencias y mejorar la calidad de la educación de este nivel educativo.

1. LAS CONCEPCIONES QUE TIENEN LOS ALUMNOS DE SECUNDARIA DEL D.F. A CERCA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA.

- La puntuación promedio general fue de **3.09**, lo cual indica una concepción de la naturaleza de la ciencia en transición en un nivel muy bajo.
- El **38%** de los alumnos resultaron con puntuaciones menores o iguales que 3 o sea de concepciones ingenuas o inadecuadas. Esta proporción se distribuye en partes iguales entre los alumnos de primero, segundo y tercer grados.

- El **62%** de los alumnos mostraron puntuaciones entre 3 y 3.58 lo cual indica concepciones en transición.
- La puntuación más alta fue de 3.58, por lo que ningún alumno mostró concepciones informadas de la naturaleza de la ciencia (puntuaciones mayores que 3.7).

Tabla 5
Nivel de concepción de la naturaleza de la ciencia en escala SUSSI

	Alumnos de profesores con puntuación alta	Alumnos de profesores con puntuación baja
Promedio 1 ^{er} grado	3.119	3.022
Desviación estándar	0.2577	0.3391
Promedio 2 ^o grado	3.111	3.106
Desviación estándar	0.2214	0.2276
Promedio 3 ^{er} grado	3.09	3.07
Desviación estándar	0.229	0.248
Promedio General	3.11	3.07
Desviación estándar	0.2315	0.2718

Para demostrar que los profesores con visiones adecuadas de la naturaleza de la ciencia tienen efectos favorables en el aprendizaje de sus alumnos en el cuadro de arriba se comparan las puntuaciones promedio de los alumnos que tuvieron profesores con puntuaciones altas con los que tuvieron profesores con puntuaciones bajas. En todos los casos se observa que los alumnos de profesores con puntuaciones altas obtienen mejores resultados que los alumnos con profesores con puntuaciones bajas. El promedio general es de 3.11 vs 3.07 y diferencias similares se muestran en forma consistente en los tres grados. Sin embargo, cuando se aplicaron pruebas de hipótesis estadísticas para comprobar diferencia de medias (al 95% de confianza), en ningún caso se rechazó la hipótesis nula (ver pruebas en el anexo 1). Por lo tanto, se concluye que no se tienen suficientes evidencias para inferir diferencia de medias, es decir, que no se puede afirmar categóricamente que los alumnos de profesores de puntuación SUSSI alta tienen mejores resultados en sus concepciones de la naturaleza de la ciencia. Seguramente se requiere

una muestra de mayor tamaño para obtener significancia estadística. No obstante, los resultados obtenidos pueden considerarse como indicativos de una tendencia observada.

Otra observación importante que se aprecia en el cuadro de arriba es que las puntuaciones de segundo a tercero en vez de aumentar disminuyen y la diferencia de primero a segundo es muy reducida. De estos datos se infiere que la visión de la naturaleza de la ciencia de los alumnos se mantiene prácticamente constante durante los tres años de enseñanza de las ciencias en su estancia en la secundaria. Por lo tanto, se cuestiona la validez del supuesto de que el alumno aprende de manera implícita las nociones de la naturaleza de la ciencia, cursando las asignaturas de biología, física y química, realizando sus prácticas de laboratorio y desarrollando los proyectos indicados en cada bloque. Por lo tanto, es importante incluir en los programas de estudios los aspectos relevantes respecto a la naturaleza de la ciencia, la actividad científica y sus aplicaciones.

Pudimos cuantificar las respuestas de los alumnos a las preguntas abiertas en una submuestra aleatoria de 30 casos y los resultados que se recogieron fueron estos:

Tabla 6

RESPUESTAS ABIERTAS (30 CASOS)

REACTIVO	RESPUESTAS CORRECTAS
1	22
2	25
3	1
4	4
5	20
6	11

2. LA NATURALEZA DE LA CIENCIA: ANÁLISIS.

2.1 Observaciones e inferencias

Todos los estudiantes deben saber distinguir entre observaciones e inferencias.

Las observaciones son expresiones descriptivas de algún fenómeno natural que percibimos directamente a través de nuestros sentidos. Las inferencias son interpretaciones a cerca de fenómenos que no son directamente accesibles a los sentidos; por ejemplo, los objetos caen al suelo por efecto de la gravedad. La gravedad es una inferencia debido a que sólo percibimos sus efectos. Otros ejemplos son los átomos, las órbitas, los fotones, los campos magnéticos o el electrón, etc.

3 de cada 5 alumnos piensan ingenuamente que las observaciones de los científicos de un mismo evento deben ser las mismas, debido a que las observaciones son hechos y los científicos son objetivos.

Otras expresiones similares de los alumnos dicen así: *Las observaciones de los científicos son las mismas porque pueden hacer los mismos experimentos y los resultados son los mismos. Las observaciones son las mismas porque observan el mismo evento, pero pueden ser diferentes, según el conocimiento y perspectivas personales.*

Algunos alumnos tienen expresiones más informadas como la siguiente:

Las observaciones y las interpretaciones de los científicos son diferentes porque cada científico tiene su opinión sobre cada observación que realiza y tiene diferentes maneras de interpretar sus observaciones.

2.2 Las teorías científicas pueden cambiar

El conocimiento científico no es absoluto, está sujeto a cambios en el tiempo, debido a nuevas evidencias y avances tecnológicos.

2 de cada 3 alumnos piensan ingenuamente que las teorías científicas basadas en experimentación precisa no podrán cambiar. *Una teoría científica no puede cambiar cuando está comprobada por hechos y evidencias.*

Otras variantes de expresiones similares son:

- *Las teorías científicas no pueden cambiar porque la ciencia es exacta y sólo podría haber cambios debido a la mutación o algún otro cambio.*
- *Las teorías científicas no cambian porque se realizan tras varios experimentos y al final da un resultado que no pueden cambiar.*

- *Las teorías científicas no cambian porque si una teoría es precisa quiere decir que el experimento o la realización del trabajo tienen que ser igual y no cambian a menos que se haga una síntesis.*

2.3 Leyes científicas y teorías científicas

Todos los alumnos tienen la creencia equivocada de que las leyes científicas son teorías que han sido probadas; además, ingenuamente creen que las teorías científicas existen en el mundo natural y que se descubren a través de la investigación científica. Sin embargo, dos terceras partes de los alumnos tienen la noción correcta de que las teorías científicas explican las leyes científicas.

Una teoría científica se basa en hechos que quizás no sucedieron o que sucedieron pero que no están totalmente comprobados. Una ley científica está establecida porque realmente se comprobó lo que querían dar a conocer.

Las teorías explican como por ejemplo la explosión del Big Bang y las leyes son aquellas que se plantean de algún fenómeno u otras cosas como por ejemplo las leyes de Newton.

La teoría es una explicación de cómo van evolucionando las cosas, como por ejemplo el origen del hombre de Darwin. Las leyes se basan en acciones genéticas como las leyes de Mendel.

2.4 La influencia social y cultural

El conocimiento científico supone ser general y universal; sin embargo, por ser una actividad humana, la ciencia es influenciada por la sociedad y la cultura en la que se practica. Las expectativas y los valores culturales determinan qué y cómo realizar la investigación científica.

Tres de cada cuatro alumnos ingenuamente creen que la investigación científica no está influenciada por la cultura o la sociedad, debido a que los científicos están preparados para realizar estudios puros – la ciencia es universal e independiente de la sociedad y la cultura. (Habría que señalar que algunos libros de texto conciben y transmiten esta visión no social de la actividad científica)

Explican que no afecta en nada porque la cultura no determina si es verdad o mentira y menos la sociedad – la ciencia es la ciencia.

2.5 La imaginación y la creatividad

El conocimiento científico se basa en la observación de los fenómenos naturales, sin embargo el desarrollo científico requiere de la creatividad del científico para inventar explicaciones y entidades teóricas como el átomo de Bohr y la diversificación de las especies de Darwin.

Dos de cada tres alumnos (66.6%) ingenuamente creen que los científicos no usan su imaginación y creatividad debido a que se oponen a su razonamiento lógico y a la objetividad requerida en la investigación científica.

Explican que los científicos no usan su imaginación porque su trabajo se basa en hechos reales y claros. Argumentan que los científicos no usan su imaginación porque la ciencia se basa en la lógica y si utilizaran su imaginación no darían a conocer una respuesta objetiva. Además, afirman que los científicos no deben usar su imaginación ni su creatividad porque entonces imaginarían o crearían los datos.

2.6 El método científico

Si bien es cierto que los científicos observan, comparan, hacen mediciones, prueban hipótesis, crean ideas y conceptos y elaboran teorías y explicaciones, no existe una secuencia única de actividades que conduzca de manera infalible al conocimiento verdadero. Los científicos utilizan diferentes métodos y maneras válidas de investigar y avanzar en el conocimiento científico.

El 80% de los alumnos creen que los científicos siguen el método científico paso por paso y si lo usan correctamente los resultados siempre serán verdaderos y precisos.

Las siguientes expresiones confirman su nivel de ingenuidad en este aspecto:

- *Los científicos siguen un método universal que por supuesto es exacto y lo siguen paso a paso para que el resultado sea verdadero y preciso.*
- *Un método universal siempre se usa por lo que es preciso y no deben usar otro método porque el universal fue probado y comprobado.*
- *Con el método científico pueden llegar al resultado deseado y no creo que usen otro método.*
- *Los científicos siempre usan un método ya que con este se puede comprobar si es cierto.*

El análisis de resultados permitió comprobar que la puntuación obtenida por el docente no guardaba relación con la comprensión de la NOS que mostraban los alumnos (como

podría lógicamente esperarse). Para confirmar esta aseveración se hizo la prueba de hipótesis que se explica en el anexo III.

Tabla 7
Nivel de concepción de los alumnos en escala SUSSI

	Alumnos de profesores con puntuación alta	Alumnos de profesores con puntuación baja
Promedio 1 ^{er} grado	3.119	3.022
Desviación estándar	0.2577	0.3391
Promedio 2 ^o grado	3.111	3.106
Desviación estándar	0.2214	0.2276
Promedio 3 ^o grado	3.09	3.07
Desviación estándar	0.229	0.248
Promedio General	3.10	3.07
Desviación estándar	0.2315	0.2715

3. LA PRÁCTICA EDUCATIVA

3.1 Cómo califican los alumnos de la secundaria a sus profesores de ciencias

Los profesores de Biología y Física son los mejor calificados por sus alumnos con una calificación promedio de 9. El 40% de los alumnos de primero y segundo grados calificaron a sus maestros con 10.

Los profesores de Química obtuvieron una calificación promedio de 8.5. El porcentaje de alumnos que calificaron con 10 a sus maestros de química se redujo al 16%.

3.2 El trabajo de los proyectos

En las clases de biología se trabaja en los proyectos durante todo el curso de manera un poco irregular, dedicándoles de una a dos horas a la semana, y sólo algunas veces se trabaja en equipos.

Algunos maestros de física dejan los proyectos para el final del curso en el último bimestre, los demás trabajan los proyectos durante el curso, dedicando de una a dos horas a la semana.

En algunas clases de química no se trabajan los proyectos o se dejan hasta el final del curso.

Sólo el 22 por ciento de los profesores de ciencias trabaja frecuentemente en el desarrollo de los proyectos de cada bloque con sus alumnos, el resto lo hace de manera eventual o sólo en algunas clases.

Entre el 20% y el 30% de los alumnos manifestaron que trabajan en equipos para el desarrollo de los proyectos en casi todas sus clases.

Tres de cada cinco alumnos piensan que los proyectos son eficientes medios para aprender conceptos y habilidades de la ciencia que no podrían adquirir en las clases ordinarias, les permite desarrollar capacidades de investigación y resolución de problemas a partir de experiencias concretas.

Tres de cada cinco alumnos creen que los proyectos representan oportunidades para ejercitar el pensamiento crítico y la creatividad.

El 80% de los alumnos afirma que la asesoría y ayuda del profesor es muy importante para orientarlos en el desarrollo de sus proyectos y lograr sus objetivos. Sin embargo, la autonomía de los alumnos se considera igualmente importante en el desarrollo de sus proyectos.

Uno de cada tres alumnos considera que el excesivo contenido de los temas impide el trabajo de proyectos y que es más importante cubrir los temas del programa que realizar proyectos. Sólo el 20% de los alumnos piensan que los proyectos son una carga innecesaria que ocupan mucho tiempo y se aprende poco.

3.3 Los aspectos de la formación que el profesor considera importantes, según los alumnos.

Todos los alumnos con concepciones ingenuas de la naturaleza de la ciencia (≤ 3) tienen profesores que consideran importante y muy importante memorizar los principales conceptos científicos y ocupan el lugar principal de la clase para exponer el tema. También, en un porcentaje menor (88%), estos alumnos tienen profesores que

consideran importante que el alumno comprenda los fundamentos históricos y teóricos de la ciencia.

Los alumnos con puntuaciones más altas respecto a la naturaleza de la ciencia (de 3.33 a 3.58) también tienen profesores que consideran importante memorizar los principales conceptos científicos. Pero, además son profesores que consideran importante y muy importante que el alumno aprenda a investigar y realizar experimentos, que aprenda a reflexionar sobre los temas y las aplicaciones prácticas del conocimiento científico. También consideran importante que el alumno exprese lo que sabe, que opine sobre el tema a tratar y relacione los conocimientos nuevos con los que ya sabía.

3.4 Actividades que realizan los profesores de ciencias con mayor frecuencia en las clases, según los alumnos.

Tabla 8

Actividades que los profesores realizan en más del 50% de sus clases	Porcentaje de alumnos con puntuaciones más altas (de 3.33 a 3.58) de la naturaleza de la ciencia	Porcentaje de alumnos con puntuaciones más bajas (≤ 3) de la naturaleza de la ciencia
Expone los temas completos	100	65
Lee en voz alta	100	70
Utiliza objetos o modelos para explicar	80	70
Realiza experimentos	70	53
Fomenta la investigación bibliográfica	80	60
Diagnostica las creencias de los alumnos	60	40
Interviene con preguntas de reflexión	60	60
Forma grupos para trabajar en equipos	50	23
Realiza sesiones de preguntas y respuestas	50	53
Trabaja de forma individual con alumnos	50	5
Trabaja en el desarrollo de proyectos	50	35
Utiliza medios digitales y la computadora	40	23

Plantea los temas como problemas	50	65
Organiza debates con los alumnos	40	17

Los datos del cuadro de arriba sugieren que las actividades de los profesores de ciencias que hacen la diferencia para que los alumnos resulten con puntuaciones altas en la concepción de la naturaleza de la ciencia son las siguientes:

- Realizar experimentos para explicar o demostrar algún concepto
- Fomentar la investigación bibliográfica para ampliar los conocimientos
- Diagnosticar las creencias de los alumnos sobre el tema a tratar
- Formar grupos de alumnos para trabajar en equipos
- Trabajar en forma individual con los alumnos
- Trabajar en el desarrollo de los proyectos
- Utilizar medios digitales en la enseñanza
- Organizar debates entre los alumnos

El 60% de los alumnos afirman que las siguientes actividades se realizan de manera eventual

- Diagnosticar las creencias de los alumnos sobre el tema a tratar
- Trabajar de manera individual con los alumnos
- Formar grupos de alumnos para trabajar en equipos

Alrededor del 40% de los alumnos afirman que las siguientes actividades casi nunca se realizan

- Organizar sesiones de debates de ideas entre los alumnos
- Utilizar en la enseñanza medios digitales o multimedia como computadora, proyector, videos, etc.

3.5 Actividades que realizan los alumnos en sus clases de ciencias con mayor frecuencia

Entre el 60% y el 70% de los alumnos que obtuvieron la puntuación más alta (de 3.33 a 3.58) en la naturaleza de la ciencia se afirma que las siguientes actividades se realizan en más del 50% de las clases

- Realizar ejercicios en el cuaderno de trabajo
- Formular hipótesis científicas

- Trabajar en equipos para desarrollar proyectos
- Ejercitarse en la resolución de problemas
- Tomar notas mientras el profesor expone el tema
- Exponer ideas y argumentar para sostener alguna posición
- Escribir resúmenes de las lecturas realizadas
- Responder oralmente a preguntas abiertas del profesor

Entre el 60% y el 70% de los alumnos que mostraron concepciones ingenuas de la naturaleza de la ciencia afirman que las siguientes actividades se realizan en más del 50% de las clases.

- Memorizar conceptos, teorías y leyes científicas
- Tomar notas mientras el profesor expone el tema
- Responder oralmente a preguntas del profesor
- Escribir resúmenes de las lecturas o lecciones realizadas
- Realizar ejercicios en el cuaderno de trabajo

El 40% de los alumnos afirman que las siguientes actividades casi nunca se realizan

- Formular preguntas precisas sobre el problema a investigar
- Preparar trabajos o informes por escrito en forma individual
- Responder a guías de estudio elaboradas por el profesor
- Participar en círculos de estudio
- Realizar visitas a museos o exposiciones científicas.

3.6 Las tareas que encarga el profesor de ciencias a sus alumnos para hacer en casa

Más del 60% de los alumnos afirman que las siguientes tareas se les encargan realizar casi siempre

- Resolver problemas o responder preguntas
- Hacer lecturas del libro de texto o material suplementario y hacer resúmenes
- Escribir definiciones, descripciones o ensayos.

Alrededor del 60% de los alumnos afirman que las siguientes tareas se les encarga al menos una vez al mes

- Realizar trabajos relacionados con algún proyecto
- Hacer observaciones y llevar a cabo los registros
- Elaborar algún reporte o presentación
- Hacer investigaciones bibliográficas y documentales

El 50% de los alumnos afirman que las siguientes tareas casi nunca se realizan

- Hacer entrevistas y encuestas
- Visitar museos o exposiciones científicas y tecnológicas.

4. SINTESIS DE RESULTADOS DE LOS ALUMNOS

1. El 38% de los alumnos poseen concepciones ingenuas de la naturaleza de la ciencia, el 62% restante tiene trazas de concepciones más adecuadas pero su nivel es muy bajo o incipiente.
2. Los profesores con visión moderna o adecuada de la naturaleza de la ciencia tienen efectos favorables en aprendizaje de sus alumnos, aunque los impactos en sus concepciones de la naturaleza de la ciencia son leves y poco significativos.
3. Se confirma que es falso que los alumnos aprenden de manera implícita las nociones de la naturaleza de la ciencia con tan sólo cursar las materias de ciencias de la secundaria. Se requiere incluir los aspectos relevantes de la naturaleza de la ciencia en los programas de estudio de biología, física y química y eliminar numerosos contenidos en los programas vigentes.
4. Al igual que sus maestros, todos los alumnos tienen la creencia equivocada de que las leyes científicas son teorías que han sido probadas. Y aunque dos terceras partes de los alumnos tienen la noción correcta de que las teorías explican las leyes, sólo 1 pudo explicar con sus propias palabras (en la pregunta abierta) la diferencia entre teoría y ley científica.
5. Los profesores al igual que sus alumnos coinciden en que los proyectos son excelentes medios para aprender a investigar y resolver problemas; sin embargo, sólo el 22% afirma que trabajan los proyectos de manera regular. Esta situación justifica realizar una revisión a fondo del modelo y estrategia utilizada para realizar proyectos en clase en forma colaborativa.
6. El análisis de la práctica educativa sugiere que las actividades de los profesores de ciencias que hacen la diferencia para que los alumnos desarrollen una visión adecuada de la naturaleza de la ciencia son las siguientes:
 - Realizar experimentos para explicar o demostrar algún concepto
 - Fomentar la investigación bibliográfica para ampliar los conocimientos
 - Diagnosticar las creencias de los alumnos sobre el tema a tratar
 - Formar grupos de alumnos para trabajar en equipos
 - Trabajar en forma individual con los alumnos

- Trabajar en el desarrollo de los proyectos
- Utilizar medios digitales en la enseñanza
- Organizar debates entre los alumnos

CONCLUSIONES

Me importa decir en este punto, que las conclusiones que presento tiene un carácter limitado y provisorio. El tema amerita un estudio más amplio. Los resultados obtenidos fueron abundantes y diversos, de modo que ofrecen todavía campo para nuevos análisis. Pero tanto las respuestas como la estructura del instrumento utilizado merecen una revisión más crítica y rigurosa de la que ofrezco. Ya había concluido este estudio cuando conocí el trabajo de Shin, M. y socios quienes aplicaron el instrumento SUSSI y encontraron que las escalas 2 (“Cambio de las teorías científicas”) y 3 (“Teorías científicas contra leyes científicas”) mostraban baja confiabilidad (Cronbach < 0.3) y, por tanto, decidieron desecharlas (Shim, M., Young B. y Paolucci, J. (2010). Es decir, el mismo problema que enfrentamos en este estudio. Por otro lado, como sabemos, toda evaluación, para que sea plenamente válida, debe asociarse con su contexto y en México hay un marco escolar y social que ejerce un papel muchas veces determinante sobre la práctica y los resultados de la enseñanza de la ciencia. Entre los elementos que conforman ese marco debemos señalar los siguientes: exceso de contenidos, grupos numerosos de alumnos por clase, deficiencias en instrumental y equipo de laboratorio, limitaciones de tiempo de los maestros, libros de texto de pésima manufactura que imponen concepciones anquilosadas, positivistas, pasivas y anacrónicas al proceso de enseñanza-aprendizaje (Backhoff et al, 2007). Numerosos estudios de Muñoz Izquierdo, han mostrado con énfasis que los resultados de aprendizaje en la escuela mexicana no pueden desvincularse de su contexto escolar y social (Muñoz, I. C., 1994). No obstante estas adversidades, como sabemos muchos docentes realizan día con día un esfuerzo enorme y heroico, para sacar adelante a sus alumnos.

Nuestra investigación pudo confirmar lo que Ling, L et. al (2008) ya habían establecido: que en comparación con otros instrumentos NOS existentes, SUSSI presenta algunas ventajas evidentes y, así mismo algunas debilidades. Como dijimos previamente, hicimos una “adaptación” del instrumento al contexto mexicano. La eficacia del instrumento SUSSI es relativamente alta porque ofrece múltiples formas para que los investigadores examinen la fiabilidad y la autenticidad de los datos (los encuestados primero seleccionan sus respuestas en un formato Likert dado y después gracias al análisis cualitativo, permite precisar lo que realmente piensan de la naturaleza de la ciencia, incluso dando ejemplos).

En sentido estricto debo reconocer que las preguntas abiertas no cumplieron el papel que debieron cumplir. En el caso de los maestros, los comentarios fueron por lo general breves, aunque precisos; en cambio entre los alumnos descubrí con asombro graves limitaciones en el dominio de la lengua escrita.

La investigación en aprendizaje ha reiteradamente señalado la importancia de captar las preconcepciones de los estudiantes de docencia sobre la instrucción. SUSSI puede ser utilizado como instrumento para una evaluación diagnóstica de este tipo o para una evaluación informativa con el fin de mejorar el aprendizaje dando a los educadores elementos cruciales del pensamiento y el razonamiento de sus alumnos. Quienes saben poco, no contestan nada en las preguntas abiertas. Eso no importa, si enseguida se producen intervenciones instructivas efectivas sobre la NOS. Este es un vacío, como antes señalamos en los planes y programas de ciencia de la escuela secundaria de México que está además cargado de contenidos temáticos. SUSSI también puede ser utilizado como evaluación sumativa, pero eso sólo tendrá sentido cuando se haya reparado el hueco que muestran los programas oficiales de ciencia.

La característica cuantitativa de SUSSI permite el uso de estadística inferencial para medir los efectos de cualquier intervención instructiva. La estructura del SUSSI de respuesta dual capacita a los profesores o investigadores a evaluar la comprensión de los estudiantes de los contenidos relacionados con la NOS con confianza creciente. Como dice Ling L. (et al, 2008) algunos investigadores pueden estar preocupados porque las respuestas a las preguntas abiertas (respuestas construidas) pueden ser influidas por la lectura de los enunciados Likert, pero esa crítica se desvanece rápidamente pues esos temas son menos problemáticos cuando se pide a los encuestados explicar sus visiones con ejemplos válidos más que solicitarles una re-fraseo de los enunciados Likert. Escribir las ideas propias es un poderoso medio en el aprendizaje de los alumnos.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Abd-El-Khalic y BouJaude S. (1997). "An exploratory study of knowledge base for science teaching". *Journal of Research in Science Teaching* (34) 673-699.
- ✓ Abd-El-Kalick, F. y Lederman, N. (2000^a). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education* (22) 665-701.
- ✓ Abd-El-Khalick, F. and Lederman, N (2000^b). The influence of the history of science courses on the students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching* (37) 1057-1095.
- ✓ Aguilar, T. (1999). *Alfabetización científica y educación para la ciudadanía*. Narcea. Madrid.
- ✓ Aikenhead, G. S. (1987). "High school graduates' beliefs about Science-Technology-Society. *Methods and issues in monitoring student's views*". *Science Education* (71) 145-161.
- ✓ Aikenhead, G. S. (1988). An analysis of four ways of assessing students' beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching* (25) 607-629.
- ✓ Aikenhead G. S. y Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument. Views on Science-Technology-Society, VOSTS. *Science Education* (76) 477-491.
- ✓ Aikenhead, G. S., Fleming, R. W. y Ryan, A. G. (1987). "High school graduates" beliefs about science-technology-society. *Methods and issues in monitoring student' views*. *Science Education* (71) 145-161.
- ✓ Alters, B. J. (1997). Whose nature of science? *Journal of Research on Science Teaching* (34) 39-55.
- ✓ American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. Oxford University Press. New York.
- ✓ Backhoff E., Bouzas A., Contreras C., Hernández E. y García M (2007). *Factores escolares y aprendizaje en México. El caso de la educación básica*. INEE. México.
- ✓ Bourdieu, P. y Passeron J. C. (1968, 1970). *La reproducción. Elementos para una teoría del sistema de enseñanza*. Editorial Laia. Barcelona.
- ✓ Central Association of Science and Mathematics Teachers (1990). "A consideration of the principles that should determine the courses of Biology in secondary schools". *School Science and Mathematics* (7) 241-247.
- ✓ Cheek, D. W. (1992). *Thinking Constructively about Science, Technology and Society Education*. State University of New York Press. EUA.
- ✓ Chen, S. (2006). Development of an instrument to assess views of nature of science and attitudes towards teaching science. *Science Education* (90) 803-819.

- ✓ Cooley, W. W. y Klopfer, L. E. (1961). *Manual for the test of understanding science*. Educational Testing Service. Princeton, N. J.
- ✓ Crocker L. y Alguina J. (1986). *Introduction to Classical and Modern Test Theory*. Wadsworth Group and Thomson Learning. Belmont, CA.
- ✓ Dewey, J. (1916, 1995). *Democracia y educación*. Ediciones Morata. Madrid.
- ✓ Duschl, R. A. (1988). "Abandoning the scientific legacy of science education", *Science Education* (72) 51-62.
- ✓ Echeverría, Javier (1999). *Introducción a la metodología de la ciencia. La filosofía de la ciencia en el siglo XX*. Cátedra. Madrid.
- ✓ Ennis, R. H. (1979). "Research in philosophy of science bearing on science education" in *Current Research in Philosophy of Science*. 138-170.
- ✓ Flores, C. F. et al. (2000) "Transforming science and learning concepts of physics teachers", *International Journal of Science Education*, vol. 22, núm. 2, pp. 197-208
- ✓ Flores, C. F. et al. (2006) *Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencias de profesores de ciencias naturales*. Reporte de investigación, México: UNAM.
- ✓ Flores, C. F., Gallegos, C. L., Bonilla, X., López, L. I. y García, B. (2007). "Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de Biología del nivel secundario". *Revista Mexicana de Investigación Educativa* (12) 359-380.
- ✓ Flores, C. F., Gallegos, L. y Reyes, F. (2007). "Perfiles y orígenes de las concepciones de los profesores mexicanos de química" en *Perfiles Educativos* 116 pp. 60-84.
- ✓ Flores F. C. (2012). "Conocimientos concepciones y formación de profesores" en Flores-Camacho F. *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. INEE. México.
- ✓ Fourez, G., (1995). "El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)" en *Perspectivas* 93:27.
- ✓ Giordan, A. (1982). *La enseñanza de las ciencias*. Siglo XXI-España Editores. Madrid.
- ✓ Guisasola, A. J. y Moretin M. (2007). "¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias?". *Dialnet* (25-3) pp. 401-414.
- ✓ Harman, D (1970). Literacy: An Overview. *Harvard Educational Review* 40: 226-230.
- ✓ Hashweh (1996) Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 33, Issue 1 33, 44-63
- ✓ INEE (2013). *México en PISA 2012*. Resultados de evaluaciones. México.
- ✓ Kimball, M. E. (1967). Understanding the nature of science: A comparison between scientist and science teachers. *Journal of Research in Science Teaching* (5) 110-120.
- ✓ INEE (2013). *Panorama educativo de México 2012*. México

- ✓ Harman, D. (1970). "Literacy: An Overview. *Harvard Educational Review* 40: 226-230.
- ✓ Junwirth, E. (1974). "Testing for understanding of the nature of science". *Journal of College Science Teaching* (3) 206-210.
- ✓ Kumar, D. D. y Chubin D. E. (2000) (Eds.). *Science Technology and Society*. Kluwer Academic/Plenum Publishers. Nueva York and Boston.
- ✓ Langer, J., Applebee, A., Mullis, I. y Foertsch (1990). *Learning To Read in Our Nation Schools*. Educational Testing Service. NAEP. Princeton, New Jersey. EUA.
- ✓ Lederman (1992) Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A Review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 24, núm. 4, pp. 331-359
- ✓ Lederman, N. G. y O'Malley M (1990). "Students perceptions of tentativeness in science: Development, use and sources of change". *Science Education* (74) 225-239.
- ✓ Lederman, N. G. (1998). The state of science education: Subject matter without content. *Electronic Journal of Science Education* (3) 1-12.
- ✓ Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, Bell, L. R. y Schwartz, R. S. (2002). "Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learner conceptions of nature of science". *Journal of Research in Science Teaching* (39) 497-521.
- ✓ Liang, L. L. et al (2006). "Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSSI): Revisión and Further Validation of an Assessment Instrument" (ponencia presentado en la "2006 Annual Conference of the National Association for Reserach in Science Teaching").
- ✓ Liang, L. L. et al (2008). *Assessing pre-service elementary teacher's views on the nature of scientific knowledge: A dual response instrument*. Asian-Pacific Forum on Science, Learning and Teaching (APFSLT) Volume 9, Issue 1, Article 1 (June, 2008).
- ✓ Martin, M. R. (1972). *Concepts of science education: A Philosophical analysis*. Scot Foreman. Greenview, Illinois.
- ✓ Martínez Negrete, M. A., (2000). "La seguridad nuclear de Laguna Verde en cuestión". *Revista Ciencias de la UNAM*. No. 52.
- ✓ McComas et al (1998). "The role and character of the nature of science in science education" in McComas, W. F. (1998) (Ed.). *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston y London.
- ✓ Meichtry Y. J. (1992). Influencing Student understanding of nature of science: Data from a case of curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching* (29) 389-407.

- ✓ Mellado, J. V. (1996). "Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial, de primaria y secundaria". *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), pp. 398-302.
- ✓ Miller, J. D. (1983). *The American People and Science Policy*. Pergamion Press. Nueva York.
- ✓ Miller, J. D. (2000). "The development of scientific literacy in the United States" in Kumar y Chubin (Eds.). *Science, Technology and Society*. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York and Boston.
- ✓ Mullis, I. V. S. and Jenkins, L. B. (1988). *The Science Report Card. Elements of Risk and Recovery*. Educational Testing Service, New Jersey.
- ✓ National Research Council (1996). *National science education standards*. National Academy Press. Washington, D. C.
- ✓ Muñoz Izquierdo, C. (1994). *La contribución de la educación al cambio social. Reflexiones a partir de la investigación*. CEE-UIA-GERNIKA. México.
- ✓ Nelkin, D. (1977). *Technological Decisions and Democracy: European Experiments in Public Participation*. Sage. Beverly Hills. EUA.
- ✓ Osborne, J.F., Radcliffe, M., Collins, S., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What Ideas-about-Science should be taught in school science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (7), 692-720
- ✓ OECD (2010). *Pisa 2009 Results: Learning Trends. Changes in Student Performance since 2000*. Volume V. OECD Publishing.
- ✓ OEI (2012). *Ciencia tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social. Programa Iberoamericano de la década de los bicentenarios*. Madrid.
- ✓ Paris, S. G., Wasik B. A. y Turner, J. C. (1991). "The development of strategic readers" en Barr, R., Kamil, M., Mosenthal P. y Pearson, P. D. (Eds.). *The Handbook of Reading Research. Volume II*. Longman, Nueva York.
- ✓ Resnick, D. P y Resnick, L. B. (1977). "The nature of literacy. An historical exploration. *Harvard Educational Review* 47: 370-385.
- ✓ Robinson, J. T. (1968). *The nature of science and science teaching*. Wadsworth Publishing Co. Belmont, CA.
- ✓ Rubba, P. A. (1977). *Development, field testing and validation of an instrument to assess secondary student understanding of the nature of scientific knowledge*. Doctoral dissertation. Indiana University
- ✓ Rubba, P. A. y Anderson, H. O. (1978). Development of an instrument to assess secondary students Understanding of the nature of scientific knowledge. *Science Education* (62) 449-458.
- ✓ Rubba, P. A., Shoneweg Bradford C. y Harckness, W. J. (1996). A new scoring procedure for the views on science-technology-society instrument. *International Journal in Science Education* (18) 387-400.

- ✓ Ryan, A. G. y Aikenhead, G. S. (1992). "Student's preconceptions about the epistemology of science". *Science Education* (76), 559-580.
- ✓ Resnick, D. P. y Resnick, L. B. (1977). "The nature of literacy: An historical exploration. *Harvard Educational Review* 47: 370-385.
- ✓ Shen, B. S. J. (1975). "Scientific literacy and the public understanding of science" en Day, S. (Ed.). *Communication and Scientific Information*. Karger, Basel Suiza.
- ✓ Shim, M. K. (2010). "Elementary teachers' views on the Nature of Scientific Knowledge: A Comparison of Inservice and Preservice Teachers Approach" en *Electronic Journal of Science Education* Vol. 14, No 1.
- ✓ Tierney, R. y Shanahan, T. (1991). En Barr, R., Kamil, M, Mosenthal, P. y Pearson P. D. (Eds.). *The Handbook of Reading Reserach. Volume II*. Longman, Nueva York.
- ✓ Tsai, C. VC. Y Liu, S. Y. (2005). Deveoping a multidimensional instrument for assessing students' epistemological views towards science. *International Journal of Science Education* (27) 1621-1638.
- ✓ Tusta A. (1999). *Alfabetización científica y educación para la ciudadanía*. Narcea Ediciones. Madrid.
- ✓ Verjovsky J. y Waldegg G. (2005). "Analizing beliefs and practices of a mexican high school biology teacher". *Journal of Research in Science Teaching* (42-4) 465-491.
- ✓ Welch, W. W. (1966). *Welch science process inventory. Form D*. Minneapolis, Uniersity of Minessota.

ANEXO I

CUESTIONARIO DOCENTES

LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y SU ENSEÑANZA EN LAS ESCUELAS SECUNDARIAS DEL DISTRITO FEDERAL. ANÁLISIS DE LA PRÁCTICA EDUCATIVA

Cuestionario para el Docente 2012

El objetivo de este cuestionario es indagar las concepciones de los profesores de secundaria sobre la naturaleza de la ciencia y ampliar el conocimiento de su práctica educativa.

Por favor ayúdenos a entender las condiciones en que se desarrolla la educación científica en las escuelas secundarias contestando este cuestionario. Sus respuestas serán tratadas de manera confidencial y sólo se utilizarán para fines estadísticos.

Nombre de la escuela: _____ Delegación: _____

Sexo: ___ Masculino ___ Femenino

Estado Civil: Soltero Casado Otro _____ Edad: ___ años

1. ¿Qué antigüedad tiene usted como docente? _____ años
2. ¿Qué antigüedad tiene usted enseñando alguna materia relacionada con la ciencia?
_____ años
3. ¿Cuál es su grado máximo de estudios?

Normal	<input type="checkbox"/>	1
Licenciatura	<input type="checkbox"/>	2
Maestría.....	<input type="checkbox"/>	3
Especialidad	<input type="checkbox"/>	4
Doctorado	<input type="checkbox"/>	5
NC	<input type="checkbox"/>	9

4. Si en la pregunta anterior señaló que cuenta con alguna especialidad especifique cuál

5. ¿Cuántos cursos de capacitación o actualización profesional ha tomado en los últimos 12 meses?

	Cursos	Horas
Capacitación _____	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Actualización profesional _____	<input type="text"/>	<input type="text"/>

6. ¿En cuántas escuelas imparte clases y cuántos grupos atiende en cada una de ellas?

Escuelas	Grupos

7. ¿Qué materias imparte y en qué grado escolar da dichas materias?

Materia	Grado

8.Cuál es el promedio de alumnos que atiende por grupo?

9. **¿Cuánto tiempo dedican sus alumnos a la semana a la preparación y desarrollo de proyectos?**
(registre el tiempo promedio en horas por semana)

_____ hrs.

10. **¿Cuánto tiempo dedica usted a revisar y supervisar el desarrollo de los proyectos de sus alumnos a la semana? (registre el tiempo promedio en horas por semana)**

_____ hrs.

A continuación le presentamos una serie de afirmaciones sobre cómo se construye y desarrolla el conocimiento científico. Indique el grado con el cual usted está de acuerdo o en desacuerdo con cada una de las afirmaciones marcando con una cruz el cuadro que corresponda

1. Observaciones e inferencias

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	-------------	---------------	--------------------------

- A. Las observaciones de los científicos de un mismo evento pueden ser diferentes debido a que los conocimientos previos de los científicos pueden afectar sus observaciones...

<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>				
- B. Las observaciones de los científicos de un mismo evento deben ser las mismas debido a que los científicos son objetivos.....

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------
- C. Las observaciones de los científicos de un mismo evento deben ser las mismas debido a que las observaciones son hechos.....

<input type="checkbox"/>				
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------
- D. Los científicos pueden hacer diferentes interpretaciones basadas en las mismas observaciones.....

Con ejemplos, explique por qué usted piensa que las observaciones y las interpretaciones de los científicos son las mismas o son diferentes.

2. Las teorías científicas

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	-------------	---------------	--------------------------

- A. Las teorías científicas están sujetas a constantes pruebas y revisiones.....
- B. Las teorías científicas pueden ser completamente remplazadas por nuevas teorías a la luz de nueva evidencia.....
- C. Las teorías científicas pueden cambiar debido a que los científicos reinterpretan las observaciones existentes.....
- D. Las teorías científicas basadas en experimentación precisa no podrán cambiar...

Con ejemplos explique por qué piensa que las teorías científicas cambian o no cambian en el tiempo:

3. Leyes científicas y teorías científicas

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	-------------	---------------	--------------------------

- | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| A. Las teorías científicas existen en el mundo natural y son descubiertas a través de la investigación científica..... | <input type="checkbox"/> |
| B. A diferencia de las teorías las leyes científicas no están sujetas a cambios..... | <input type="checkbox"/> |
| C. Las leyes científicas son teorías que han sido probadas..... | <input type="checkbox"/> |
| D. Las teorías científicas explican las leyes científicas..... | <input type="checkbox"/> |

Con ejemplos explique la diferencia entre teorías científicas y leyes científicas:

4. La influencia social y cultural en la ciencia

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	-------------	---------------	--------------------------

	<input type="checkbox"/>				
A. La investigación científica no está influenciada por la cultura o la sociedad debido a que los científicos están formados para conducir estudios puros.....	<input type="checkbox"/>				
B. Los valores culturales y las expectativas determinan lo que es aceptable en la ciencia.....	<input type="checkbox"/>				
C. Los valores culturales y las expectativas determinan como se desarrolla la ciencia	<input type="checkbox"/>				
D. Todas las culturas realizan la investigación científica de la misma manera debido a que la ciencia es universal e independiente de la sociedad y la cultura.....	<input type="checkbox"/>				

Con ejemplos explique cómo la sociedad y la cultura afecta o no afecta la investigación científica:

5. La imaginación y la creatividad

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	-------------	---------------	--------------------------

- | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| A. Los científicos utilizan su imaginación y creatividad cuando realizan el levantamiento de datos..... | <input type="checkbox"/> |
| B. Los científicos usan su imaginación y creatividad cuando analizan e interpretan los datos..... | <input type="checkbox"/> |
| C. Los científicos no usan su imaginación y creatividad debido a que estos se oponen a su razonamiento lógico..... | <input type="checkbox"/> |
| D. Los científicos no usan su imaginación y creatividad debido a que estos interfieren con la objetividad..... | <input type="checkbox"/> |

Con ejemplos explique por qué los científicos usan o no usan su imaginación y su creatividad:

6. Metodología científica

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	-------------	---------------	--------------------------

- A. Los científicos usan diferentes tipos de métodos para producir resultados.....
- B. Los científicos siguen el método científico paso por paso.....
- C. Cuando los científicos usan el método científico correctamente los resultados son verdaderos y precisos.....
- D. Los experimentos no son el único medio utilizado en el desarrollo del conocimiento científico.....

Con ejemplos explique si los científicos siguen un método científico universal o si usan diferentes tipos de métodos:

LA PRÁCTICA EDUCATIVA

1. Con relación a la educación científica, ¿qué importancia le da usted a los siguientes aspectos de la enseñanza?

	Muy importante	importante	Poco importante	Sin importancia
B1. Diagnosticar las creencias científicas de los alumnos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B2. Que los alumnos memoricen los principales conceptos científicos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B3. Que los alumnos adquieran habilidades para el trabajo científico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B4. Que los alumnos aprendan las verdades científicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B5. Que los alumnos reconozcan conflictos cognitivos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B6. Que el profesor ocupe el lugar principal dentro de la clase como expositor de los conceptos científicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B7. Que el alumno aprenda a analizar y reflexionar sobre las aplicaciones prácticas del saber científico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B8. Que los alumnos comprendan los fundamentos históricos y teóricos de la ciencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Con que frecuencia utiliza usted, durante su hora de clase, las siguientes actividades en el proceso de enseñanza aprendizaje.

	Muy frecuentemente	Frecuentemente	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
F1. Lectura en voz alta del alumno	<input type="checkbox"/>				
F2. Exposición de los temas completos por parte del profesor	<input type="checkbox"/>				
F3. Lectura en silencio por los alumnos del tema correspondiente en el libro de texto	<input type="checkbox"/>				
F4. Forma grupos de alumnos para trabajar en equipos.	<input type="checkbox"/>				
F5. Conduce sesiones de preguntas y respuestas.	<input type="checkbox"/>				
F6. Utiliza objetos o modelos para explicar o demostrar un concepto.	<input type="checkbox"/>				
F7. Trabaja de forma individual con los alumnos o da asesoría personalizada.	<input type="checkbox"/>				
F8. Durante la clase se desarrollan los proyectos de cada bloque	<input type="checkbox"/>				
F9. Hace uso de medios digitales, como computadora, proyectores, tv. Etc.	<input type="checkbox"/>				
F10. Plantea los temas a tratar como problemas a resolver.	<input type="checkbox"/>				
F11. Pide a sus alumnos escribir resúmenes de las lecturas o lecciones.	<input type="checkbox"/>				
F12. Estimula el debate de ideas entre los alumnos	<input type="checkbox"/>				
F13. Presenta objetos o hechos de los cuales se puedan inferir conceptos científicos	<input type="checkbox"/>				
F14. Realiza experimentos para explicar o demostrar algún concepto	<input type="checkbox"/>				

F15. Se propicia que el alumno exponga lo que sabe y exprese sus opiniones sobre el tema a tratar.	<input type="checkbox"/>				
F16. Se interviene oportunamente con preguntas para motivar la reflexión racional y rigurosa de los alumnos	<input type="checkbox"/>				
F17. Se fomenta la consulta de la bibliografía científica	<input type="checkbox"/>				

3. Señale con qué frecuencia los alumnos realizan las siguientes actividades educativas en su clase o como parte de su proceso de aprendizaje.

	Muy frecuentemente	Frecuentemente	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
H1. Los alumnos trabajan en formular preguntas precisas sobre el problema a investigar	<input type="checkbox"/>				
H2. Los alumnos estudian en sus libros de texto.	<input type="checkbox"/>				
H3. Los alumnos aprenden a formular hipótesis científicas	<input type="checkbox"/>				
H4. Los alumnos trabajan en equipos para desarrollar proyectos	<input type="checkbox"/>				
H5. Los alumnos se ejercitan en la resolución de problemas por sí solos	<input type="checkbox"/>				
H6. Los alumnos realizan observaciones de algún fenómeno o experimento y llevan a cabo registros	<input type="checkbox"/>				
H7. Los alumnos responden guías de estudio elaboradas por el profesor.	<input type="checkbox"/>				

H8. Los alumnos preparan trabajos o informes por escrito de forma individual.	<input type="checkbox"/>				
H9. Los alumnos realizan ejercicios en su cuaderno de trabajo.	<input type="checkbox"/>				
H10. Argumentan sus posiciones y aprenden a identificar oposiciones o conflictos conceptuales	<input type="checkbox"/>				
H11. Responden oralmente a preguntas abiertas del profesor.	<input type="checkbox"/>				
H12. Realizan visitas a museos con temas científicos.	<input type="checkbox"/>				
H13. Realizan círculos de estudio.	<input type="checkbox"/>				

4. Exprese su grado de acuerdo o desacuerdo de las siguientes afirmaciones relacionadas con el desarrollo de proyectos

	Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en desacuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
11. Los proyectos son una carga innecesaria para la enseñanza de la ciencias.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Los proyectos son eficientes medios para que los alumnos aprendan conceptos de la ciencia que no podrían adquirir en las clases convencionales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. El excesivo contenido de temas que hay que cubrir en clase impide el trabajo de proyectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Los proyectos representan oportunidades para que los alumnos desarrollen el pensamiento crítico y la creatividad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Mi principal preocupación es concluir mi clase de acuerdo al calendario fijado por la SEP	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. La autonomía en el trabajo de los alumnos es muy importante en el desarrollo de los proyectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. El desarrollo de proyectos crea espacios para la adquisición o interiorización del lenguaje científico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

I8. El desarrollo de proyectos permite que el alumno desarrolle sus capacidades de investigación y resolución de problemas a partir de experiencias concretas.	<input type="checkbox"/>				
I9. los proyectos permiten a los alumnos adquirir competencias, habilidades y capacidades para comprender los cambios tecnológicos y sociales.	<input type="checkbox"/>				
I10. El desarrollo y evaluación de proyectos ocupan la mayor parte de mi tiempo y mi práctica educativa.	<input type="checkbox"/>				

5. ¿Qué tan a menudo utiliza usted las siguientes estrategias de evaluación?

	Muy frecuentem e	Frecuentem ente	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
K1. Pruebas orales o escritas	<input type="checkbox"/>				
K2. Participación en clase	<input type="checkbox"/>				
K3. Composición de ensayos escritos o reportes de investigaciones	<input type="checkbox"/>				
K4. Exposición de temas y presentaciones gráficas.	<input type="checkbox"/>				
K5. Llevar a cabo prácticas de procesos experimentales	<input type="checkbox"/>				
K6. Juegos mentales que evalúen procesos cognitivos	<input type="checkbox"/>				
K7. Desarrollo de proyectos	<input type="checkbox"/>				

ANEXO II

CUESTIONARIO ALUMNOS

LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y SU ENSEÑANZA EN LAS ESCUELAS SECUNDARIAS DEL DISTRITO FEDERAL.

ANÁLISIS DE LA PRÁCTICA EDUCATIVA

Cuestionario para el alumno

2012

El objetivo de este cuestionario es conocer cómo se lleva a cabo la enseñanza de las ciencias en la escuela secundaria. En particular, interesa conocer cómo el alumno aprende el conocimiento científico y qué tanto aprende a investigar.

Por favor ayúdanos a entender las condiciones en que se desarrolla la educación científica en las escuelas secundarias contestando este cuestionario. Tus respuestas serán utilizadas sólo para fines estadísticos

Nombre de la escuela _____ Turno _____

Delegación _____

Edad: _____ años cumplidos Sexo: Hombre _____ Mujer _____

Grado que cursas _____

A continuación se te presentan una serie de afirmaciones sobre cómo se construye y desarrolla el conocimiento científico. Indica el grado con el cual estás de acuerdo o en desacuerdo con cada una de las afirmaciones, marcando con una cruz el cuadro que corresponda.

1. Observaciones e inferencias

	Totalment e en desacuerdo	En desacue rdo	Ni de acuerdo ni en desacuer do	De acuerdo	Totalmen te de acuerdo
A. Las observaciones de los científicos de un mismo evento pueden ser diferentes debido a que los conocimientos previos de los científicos pueden afectar sus observaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. Las observaciones de los científicos de un mismo evento deben ser las mismas debido a que los científicos son objetivos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Las observaciones de los científicos de un mismo evento deben ser las mismas debido a que las observaciones son hechos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D. Los científicos pueden hacer diferentes interpretaciones basadas en las mismas observaciones.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Explica por qué piensas que las observaciones y las interpretaciones de los científicos son las mismas o son diferentes. Si lo prefieres ilustra con algún ejemplo.

2. Las teorías científicas

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
A. Las teorías científicas están sujetas a constantes pruebas y revisiones.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. Las teorías científicas pueden ser completamente remplazadas por nuevas teorías a la luz de nueva evidencia.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Las teorías científicas pueden cambiar debido a que los científicos reinterpretan las observaciones existentes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D. Las teorías científicas basadas en experimentación precisa no podrán cambiar.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Explica por qué piensas que las teorías científicas pueden cambiar o no cambian en el tiempo. Si lo prefieres ilustra con algún ejemplo.

3. Leyes científicas y teorías científicas

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
A. Las teorías científicas existen en el mundo natural y son descubiertas a través de la investigación científica.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. A diferencia de las teorías las leyes científicas no están sujetas a cambios...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Las leyes científicas son teorías que han sido probadas.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D. Las teorías científicas explican las leyes científicas.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Explica la diferencia entre una teoría científica y una ley científica. Si lo prefieres escribe un ejemplo.

4. La influencia social y cultural en la ciencia.	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
A. La investigación científica no está influenciada por la cultura o la sociedad debido a que los científicos están formados para conducir estudios puros.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. Los valores culturales y las expectativas determinan lo que es aceptable en la ciencia.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Los valores culturales y las expectativas determinan como se desarrolla la ciencia.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D. Todas las culturas realizan la investigación científica de la misma manera debido a que la ciencia es universal e independiente de la sociedad y la cultura.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Explica por qué crees que la sociedad y la cultura afectan o no afectan a la investigación científica. Si lo prefieres ilustra con un ejemplo.

5. La imaginación y la creatividad

	Totalment e en desacuerd o	En desacuer do	Ni de acuerdo ni en desacuerd o	De acuerdo	Totalmen te de acuerdo
A. Los científicos utilizan su imaginación y creatividad cuando realizan el levantamiento de datos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. Los científicos usan su imaginación y creatividad cuando analizan e interpretan los datos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Los científicos no usan su imaginación y creatividad debido a que estos se oponen a su razonamiento lógico.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D. Los científicos no usan su imaginación y creatividad debido a que estos interfieren con la objetividad.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Explica por qué crees que los científicos usan o no usan su imaginación y creatividad en el desarrollo de su trabajo. Si lo prefieres escribe un ejemplo.

6. Metodología científica

	Totalmen te en desacuer do	En desacuer do	Ni de acuerdo ni en desacuerd o	De acuerdo	Totalmen te de acuerdo
A. Los científicos usan diferentes tipos de métodos para producir resultados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. Los científicos siguen el método científico paso por paso.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Cuando los científicos usan el método científico correctamente los resultados son verdaderos y precisos.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D. Los experimentos no son el único medio utilizado en el desarrollo del conocimiento científico.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Explica por qué crees que los científicos siempre siguen un método universal o si usan diferentes tipos de métodos. Si lo prefieres escribe un ejemplo.

LA PRÁCTICA EDUCATIVA

En las siguientes preguntas encontraras un numero entre paréntesis elije aquel a que corresponda tu respuesta y escríbelo en el cuadro de la derecha.

1. ¿Cómo calificas a tu profesor(a) de ciencias (Biología, Física o Química)?

- Malo (6)
- Regular (7)
- Bueno (8)
- Muy bueno (9)
- Excelente (10)

2. Indica cuándo se lleva a cabo el trabajo de los proyectos.

- Durante todo el curso (1)
- Al final de cada bimestre (2)
- Al final del curso, en el último bimestre (3)

3. ¿En el periodo en que se trabajan los proyectos, cuánto tiempo dedicas a la semana a su preparación y desarrollo? (registra el tiempo promedio en horas por semana)

- Nada o casi nada (1)
- Una hora (2)
- Dos horas (3)
- Entre 2 y 4 horas (4)
- Más de 4 horas (5)

4. ¿Realizan los proyectos en equipo o de forma individual?

- Trabajo en equipo (1)
- Trabajo individual (2)
- Individual y en equipo (3)

5. Donde se realiza el trabajo de los proyectos:

- Únicamente en la escuela durante la clase (1)
- En la escuela fuera de la hora de clase (2)
- Fuera de la escuela (3)
- En la escuela y fuera de ella (4)

6. En tu opinión, ¿qué tan importante son para tu profesor(a) de ciencias los siguientes aspectos de tu formación?

	Muy importante	Importante	Poco importante	Sin importancia
B1. Que expreses lo que sabes y opines sobre el tema a tratar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B2. Que memorices los principales conceptos científicos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B3. Que aprendas a investigar y a realizar experimentos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B4. Que aprendas a distinguir y confrontar ideas o creencias no científicas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B5. Que aprendas a argumentar a favor o en contra de alguna idea o concepto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B6. Que reconozcas que es él (profesor) quien posee el conocimiento por lo que debe ocupar el lugar principal dentro de la clase.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B7. Que aprendas a analizar y reflexionar sobre los temas y las aplicaciones prácticas del conocimiento científico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B8. Que comprendas los fundamentos históricos y teóricos de la ciencia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B9. Que relaciones los conocimientos nuevos con los que ya sabías.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. ¿Con que frecuencia realiza tu profesor de ciencias las siguientes actividades en la clase de Biología, Física o Química?

	En todas o casi todas las clases	En alrededor del 50% de las clases	Sólo en algunas clases	Eventualmente	Nunca
F1. Lee en voz alta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F2. Expone los temas completos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F3. Forma grupos de alumnos para trabajar en equipos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F4. Realiza sesiones de preguntas y respuestas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F5. Utiliza objetos o modelos para explicar o demostrar un concepto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F6. Trabaja de forma individual con los alumnos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F7. Trabaja en el desarrollo de los proyectos de cada bloque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F8. Utiliza medios digitales, como computadora, proyectores, tv. Etc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F9. Plantea los temas a tratar como problemas a resolver	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F10. Diagnostica o explora las creencias de los alumnos sobre el tema a tratar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F11. Organiza sesiones de debates de ideas entre los alumnos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F12. Realiza experimentos para explicar o demostrar algún concepto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F13. Interviene con preguntas para motivar la reflexión racional y rigurosa de los alumnos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F14. El fomenta la investigación bibliográfica para ampliar el conocimiento del tema o esclarecer dudas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Señala con qué frecuencia realizan tú y tus compañeros las siguientes actividades educativas en la clase de ciencia (Biología, Física o Química)

	En todas o casi todas las clases	En alrededor del 50% de las clases	Sólo en algunas clases	Eventualmente	Nunca
H1. Los alumnos trabajamos en formular preguntas precisas sobre el problema a investigar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H2. Realizamos lectura en silencio del tema correspondiente en el libro de texto o alguna otra fuente de consulta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H3. Escribimos resúmenes de las lecturas o lecciones realizadas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H4. Formular hipótesis científicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H5. Trabajamos en equipos para desarrollar proyectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H6. Nos ejercitamos en la resolución de problemas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H7. Realizamos observaciones de algún fenómeno o experimento y llevamos a cabo registros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H8. Respondemos guías de estudio elaboradas por el profesor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H9. Preparamos trabajos o informes por escrito de forma individual.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H10. Realizamos ejercicios en nuestro cuaderno de trabajo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H11. Exponemos nuestras ideas libremente y argumentamos nuestras posiciones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H12. Respondemos oralmente a preguntas abiertas del profesor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H13. Realizamos visitas a museos con temas científicos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H14. Participamos en círculos de estudio.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H15. Memorizamos conceptos, teorías y leyes científicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

H16. Tomamos notas mientras el profesor expone el tema	<input type="checkbox"/>				
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

9. Expresa tu grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones relacionadas con el desarrollo de proyectos

	Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en desacuerdo ni de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
L1. Los proyectos son una carga innecesaria que ocupan mucho tiempo y se aprende poco.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L2. Los proyectos son eficientes medios para aprender conceptos y habilidades de la ciencia que no podrían adquirirse en las clases ordinarias.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L3. El excesivo contenido de temas que hay que cubrir en clase impide el trabajo de proyectos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L4. Los proyectos representan oportunidades para ejercitar el pensamiento crítico y la creatividad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L5. Es más importante cubrir los temas del programa que realizar proyectos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L6. La autonomía de los alumnos es muy importante en el desarrollo de los proyectos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L7. El desarrollo de proyectos crea espacios para la adquisición y asimilación del lenguaje científico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L8. El desarrollo de proyectos permite que los alumnos desarrollemos capacidades de investigación y resolución de problemas a partir de experiencias concretas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

L9. Los proyectos nos permiten adquirir competencias, habilidades y capacidades para comprender los cambios tecnológicos y sociales.	<input type="checkbox"/>				
L0. La asesoría y ayuda que brinda el profesor son muy importantes para orientarnos en el desarrollo del proyecto y lograr sus objetivos.	<input type="checkbox"/>				

10. Con qué frecuencia el profesor les encarga las siguientes actividades como tareas para realizar en casa:

	Siempre o casi siempre	De una a dos veces por semana	Al menos una vez al mes	Nunca
T1. Resolver problemas o responder preguntas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
T2. Lecturas del libro de texto o material suplementario y hacer resúmenes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
T3. Escribir definiciones, descripciones o ensayos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
T4. Realizar trabajos relacionados con un proyecto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
T5. Hacer investigaciones bibliográficas y documentales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
T6. Elaborar reportes y presentaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
T7. Hacer entrevistas y encuestas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
T8. Hacer observaciones y llevar los registros correspondientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

T9. Visitar museos o exposiciones científicas y tecnológicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Si tienes alguna inquietud o comentario con relación a tu experiencia con los proyectos expréselo en las siguientes líneas

ANEXO III

PRUEBA DE HIPÓTESIS

Por el tamaño de la muestra se eligió la prueba de hipótesis t para diferencias de medias de muestras apareadas

Primer Grado – Biología

Pares	Promedios de alumnos A de profesores con concepciones adecuadas de la naturaleza de la ciencia	Promedios de alumnos B de profesores con concepciones ingenuas de la naturaleza de la ciencia	Diferencias de promedios A - B
1	3.42	2.33	1.08
2	2.63	2.83	-0.21
3	3.04	3.33	-0.29
4	3.33	2.92	0.42
5	3.29	3.13	0.17
6	3.50	3.04	0.46
7	3.00	3.29	-0.29
8	3.04	3.50	-0.46
9	3.08	3.17	-0.08
10	2.83	3.08	-0.25
11	3.25	3.42	-0.17
12	3.04	2.50	0.54
13	2.71	3.00	-0.29
14	3.33	2.58	0.75
15	2.29	3.21	0.08
		$\bar{X} =$	0.10
		$\sigma =$	0.456

Ho: $\mu = 0$

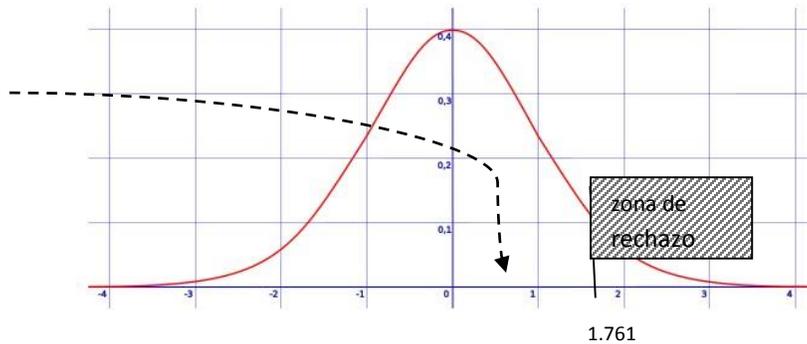
H1: $\mu > 0$

$$t = \frac{0.10}{\frac{0.456}{\sqrt{15}}} = \frac{0.10}{0.117} = 0.825$$

$\alpha = 0.05$

df = 15 - 1 = 14

t 0.05 = 1.761



Por lo tanto no se rechaza Ho: $\mu = 0$

Segundo Grado – Física

Pares	Promedios de alumnos A de profesores con concepciones adecuadas de la naturaleza de la ciencia	Promedios de alumnos B de profesores con concepciones ingenuas de la naturaleza de la ciencia	Diferencias de promedios A - B
1	3.08	2.96	0.13
2	3.38	3.00	0.38
3	2.96	2.50	0.46
4	2.83	3.00	-0.17
5	3.17	3.08	0.08
6	2.96	3.29	-0.33
7	3.04	2.88	0.17
8	3.08	3.25	-0.17
9	2.79	3.04	-0.25
10	2.92	3.47	-0.50
11	3.00	3.13	-0.13
12	3.38	3.25	0.13
13	3.58	3.25	0.33
14	3.25	3.33	-0.08
15	3.25	3.21	0.04
		$\bar{X} =$	0.01
		$\sigma =$	0.271

Ho: $\mu = 0$

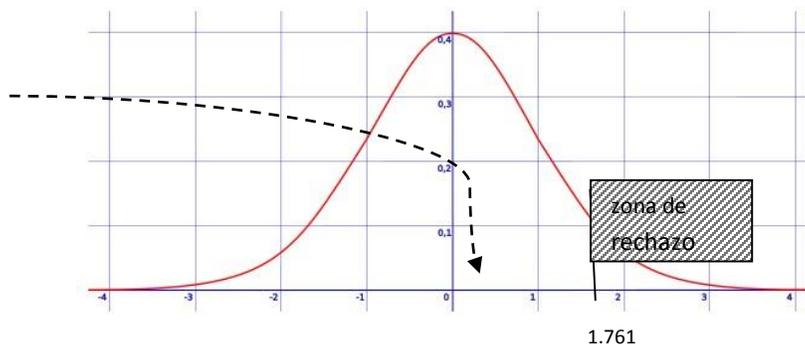
HI: $\mu > 0$

$$t = \frac{0.01}{\frac{0.271}{\sqrt{15}}} = \frac{0.01}{0.07} = 0.079$$

$\alpha = 0.05$

df = 15 - 1 = 14

t 0.05 = 1.761



Por lo tanto no se rechaza Ho: $\mu = 0$

Tercer Grado – Química

Pares	Promedios de alumnos A de profesores con concepciones adecuadas de la naturaleza de la ciencia	Promedios de alumnos B de profesores con concepciones ingenuas de la naturaleza de la ciencia	Diferencias de promedios A - B
1	2.79	2.54	0.25
2	3.54	3.00	0.54
3	3.21	3.17	0.04
4	2.96	3.29	-0.33
5	2.96	3.08	-0.13
6	3.33	3.21	0.13
7	2.88	2.92	-0.04
8	2.88	2.83	0.04
9	2.78	2.75	0.04
10	2.88	3.08	-0.21
11	3.21	3.38	-0.17
12	3.33	3.21	0.13
13	3.21	2.88	0.33
14	3.21	3.42	-0.21
15	3.17	3.29	-0.13
		$\bar{X} =$	0.02
		$\sigma =$	0.232

Ho: $\mu = 0$

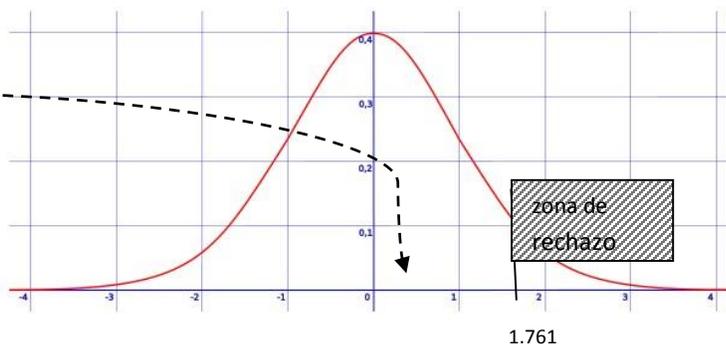
HI: $\mu > 0$

$$t = \frac{0.02}{\frac{0.232}{\sqrt{15}}} = \frac{0.02}{0.06} = 0.324$$

$\alpha = 0.05$

df = 15 - 1 = 14

t 0.05 = 1.761



Por lo tanto no se rechaza Ho: $\mu = 0$

Conclusión: No se tienen suficientes evidencias para inferir que los alumnos de profesores con puntuaciones altas en el conocimiento de la NOS tengan, a su vez, mejores concepciones sobre la naturaleza de la ciencia.

ANEXO IV

FRECUENCIAS SIMPLES DEL CUESTIONARIO (REACTIVOS LICKERT)

1.A

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	3	5.1	5.7	5.7
2	6	10.2	11.3	17.0
Válidos 4	25	42.4	47.2	64.2
5	19	32.2	35.8	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

1.B

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	1.7	1.9	1.9
2	10	16.9	18.9	20.8
3	1	1.7	1.9	22.6
Válidos 4	33	55.9	62.3	84.9
5	8	13.6	15.1	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

1.C

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	5	8.5	9.4	9.4
2	9	15.3	17.0	26.4
3	3	5.1	5.7	32.1
Válidos 4	29	49.2	54.7	86.8
5	7	11.9	13.2	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

1.D

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	3	5.1	5.7	5.7
Válidos 4	20	33.9	37.7	43.4
5	30	50.8	56.6	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema 6	6	10.2		
Total	59	100.0		

2.A

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	1.7	1.9	1.9
Válidos 4	24	40.7	45.3	47.2
5	28	47.5	52.8	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema 6	6	10.2		
Total	59	100.0		

2.B

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	1	1.7	1.9	1.9
2	5	8.5	9.4	11.3
Válidos 4	24	40.7	45.3	56.6
5	23	39.0	43.4	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

2.C

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	2	3.4	3.8	3.8
2	6	10.2	11.3	15.1
Válidos 4	31	52.5	58.5	73.6
5	14	23.7	26.4	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

2.D

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	4	6.8	7.5	7.5
2	14	23.7	26.4	34.0
3	2	3.4	3.8	37.7
4	26	44.1	49.1	86.8
5	7	11.9	13.2	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

3.A

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	19	32.2	35.8	35.8
2	15	25.4	28.3	64.2
3	1	1.7	1.9	66.0
4	15	25.4	28.3	94.3
5	3	5.1	5.7	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

3.B

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	11	18.6	20.8	20.8
2	21	35.6	39.6	60.4
Válidos 4	18	30.5	34.0	94.3
5	3	5.1	5.7	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

3.C

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	19	32.2	35.8	35.8
Válidos 2	33	55.9	62.3	98.1
3	1	1.7	1.9	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

3.D

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	13	22.0	24.5	24.5
3	3	5.1	5.7	30.2
Válidos 4	20	33.9	37.7	67.9
5	17	28.8	32.1	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

4.A

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	6	10.2	11.3	11.3
2	10	16.9	18.9	30.2
Válidos 4	22	37.3	41.5	71.7
5	15	25.4	28.3	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

4. B

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	8	13.6	15.1	15.1
2	25	42.4	47.2	62.3
3	3	5.1	5.7	67.9
4	15	25.4	28.3	96.2
5	2	3.4	3.8	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

4.C

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	4	6.8	7.5	7.5
2	18	30.5	34.0	41.5
3	2	3.4	3.8	45.3
4	27	45.8	50.9	96.2
5	2	3.4	3.8	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

4.D

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	7	11.9	13.2	13.2
2	12	20.3	22.6	35.8
3	1	1.7	1.9	37.7
Válidos	4	23	39.0	43.4
	5	10	16.9	18.9
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

5.A

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	5	8.5	9.4	9.4
2	21	35.6	39.6	49.1
3	2	3.4	3.8	52.8
Válidos	4	11	18.6	20.8
	5	14	23.7	26.4
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

5.B

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	3	5.1	5.7	5.7
2	18	30.5	34.0	39.6
3	2	3.4	3.8	43.4
4	14	23.7	26.4	69.8
5	16	27.1	30.2	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

5.C

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	5	8.5	9.4	9.4
2	12	20.3	22.6	32.1
3	3	5.1	5.7	37.7
4	22	37.3	41.5	79.2
5	11	18.6	20.8	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

5.D

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	6	10.2	11.3	11.3
2	12	20.3	22.6	34.0
3	4	6.8	7.5	41.5
Válidos 4	21	35.6	39.6	81.1
5	10	16.9	18.9	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

6.A

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	13	22.0	24.5	24.5
3	1	1.7	1.9	26.4
Válidos 4	22	37.3	41.5	67.9
5	17	28.8	32.1	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

6.B

	Frecuencia	Porcentaj e	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	5	8.5	9.4	9.4
2	26	44.1	49.1	58.5
3	3	5.1	5.7	64.2
4	12	20.3	22.6	86.8
5	7	11.9	13.2	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

6.C

	Frecuencia	Porcentaj e	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	6	10.2	11.3	11.3
2	15	25.4	28.3	39.6
3	8	13.6	15.1	54.7
4	19	32.2	35.8	90.6
5	5	8.5	9.4	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

6.D

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	11	18.6	20.8	20.8
3	1	1.7	1.9	22.6
Válidos 4	24	40.7	45.3	67.9
5	17	28.8	32.1	100.0
Total	53	89.8	100.0	
Perdidos Sistema	6	10.2		
Total	59	100.0		

ANEXO V

CALCULO ALFA DE CRONBACH

El puntaje obtenido en la aplicación de la prueba alfa de Cronbach es bajo (. 529). Su caída se explica por el bajo puntaje de la sub-escala SUSI3 que obtuvo un puntaje negativo (-. 324) que tal vez se explica porque en ella se introducen reactivos redactados, tres de ellos, con “sentido inverso”. Si se despeja la escala SUSI3 se obtiene un alfa de Cronbach de .643 que es bastante aceptable para estudios de ciencias sociales.

Escala: SUSSY1

Resumen del procesamiento de los casos

	N	%
Válidos	53	89.8
Casos Excluidos ^a	6	10.2
Total	59	100.0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.586	4

RELIABILITY

/VARIABLES=@2.A @2.B @2.C @2.D

/SCALE('SUSSY2') ALL

/MODEL=ALPHA.

Escala: SUSSY2

Resumen del procesamiento de los casos

	N	%
Válidos	53	89.8
Casos Excluidos ^a	6	10.2
Total	59	100.0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.513	4

RELIABILITY

```
/VARIABLES=@3.A @3.B @3.C @3.D
```

```
/SCALE('SUSSY3') ALL
```

```
/MODEL=ALPHA.
```

Escala: SUSSY3

Resumen del procesamiento de los casos

	N	%
Válidos	53	89.8
Casos Excluidos ^a	6	10.2
Total	59	100.0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach ^a	N de elementos
-.324	4

a. El valor es negativo debido a una covarianza promedio entre los elementos negativa, lo cual viola los supuestos del modelo de fiabilidad. Puede que desee comprobar las codificaciones de los elementos.

RELIABILITY

```
/VARIABLES=@4.A @4.B @4.C  
@4.D
```

```
/SCALE('SUSSY4') ALL
```

```
/MODEL=ALPHA.
```

Escala: SUSSY4

Resumen del procesamiento de los casos

	N	%
Válidos	53	89.8
Casos Excluidos ^a	6	10.2
Total	59	100.0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.658	4

RELIABILITY

/VARIABLES=@5.A @5.B @5.C @5.D

/SCALE('SUSSY5') ALL

/MODEL=ALPHA.

Escala: SUSSY5

Resumen del procesamiento de los casos

	N	%
Válidos	53	89.8
Casos Excluidos ^a	6	10.2
Total	59	100.0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.932	4

RELIABILITY

```
/VARIABLES=@6.A @6.B @6.C @6.D
```

```
/SCALE('SUSSY6') ALL
```

```
/MODEL=ALPHA.
```

Escala: SUSSY6

Resumen del procesamiento de los casos

	N	%
Válidos	53	89.8
Casos Excluidos ^a	6	10.2
Total	59	100.0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.529	4