

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



ANÁLISIS DE ALGUNOS FACTORES  
INVOLUCRADOS EN LA  
FORMACIÓN DEL CIENTÍFICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN METODOLOGÍA  
DE LA CIENCIA

PRESENTA

*Pablo Valdez Ramírez*

MONTERREY, N. L.

1995

TM

Z712

FEL

1995

V31



1020112219



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**



**ANALISIS DE ALGUNOS FACTORES  
INVOLUCRADOS EN LA  
FORMACION DEL CIENTIFICO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN METODOLOGIA  
DE LA CIENCIA**

PRESENTA:

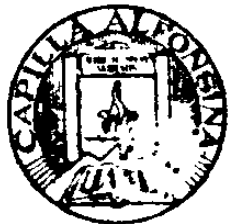
*Pablo Valdez Ramírez*

MONTERREY, N. L.

1995

0117-36060

TM  
Z7125  
FFL  
1995  
V31



FONDO TESIS

## **Prefacio**

Filosofía de la Ciencia. Ese era el título de una de las materias que cursé durante el segundo semestre como estudiante de la carrera de Psicología. Recuerdo el impacto que me produjo el descubrir un campo de trabajo dedicado a la producción de conocimientos. Recuerdo también mis lecturas sobre historia de la ciencia, especialmente las biografías de los científicos, donde aparecían como seres excepcionales: abnegados, dedicados, paladines de la verdad empeñados en arrancar a la naturaleza sus secretos, con inteligencia, paciencia y método.

Esto me lleva a otro recuerdo: el del método. Los textos básicos sobre el tema me indicaban que siguiendo ciertas reglas, casi cualquiera podría convertirse en científico y generar conocimiento. Con gran entusiasmo tomé una decisión: dedicarme a la ciencia. Esto significó una gran cantidad de dudas. La principal era cómo convertirme en científico. La única opción que tenía en ese momento era seguir las reglas del método, tal como lo marcaban mis textos. Así fue como traté de descifrar las preguntas que tenía sobre un tema de Psicología. Pronto descubrí que necesitaba documentarme a fondo sobre el tema, que la información que fui obteniendo me llevaba a un mar de confusión donde muchas veces había grandes contradicciones, tanto en los conocimientos, como en los métodos, las técnicas y en las preguntas por resolver. Las reglas del método eran fáciles de enunciar, pero no se podían aplicar de forma mecánica a mi tema. Además, si intentaba seguir con precisión el método, cualquier estudio era irrealizable, ya que al seguir algunas reglas violaba otras. Como un intento de clarificar mis nociones acerca de los conceptos, teorías y métodos, decidí escribir una revisión sobre el tema que me interesaba investigar. Descubrí entonces otro pequeño detalle: no sabía escribir en el estilo de la ciencia. No era tanto un problema de redacción u ortografía, ya había tenido alguna experiencia al escribir poemas, cuentos y ensayos para un

periódico estudiantil. Pero la lectura de libros y artículos científicos me señalaba un estilo diferente: impersonal, sobrio, técnico.

Afortunadamente, en esa época ingresé como auxiliar en un centro de investigación científica. Ahí me enfrenté con algo que no esperaba. Los científicos (de alto nivel, con publicaciones en el extranjero, con reconocimiento y premios a nivel nacional e internacional) sabían poco de lo que aparece en los textos de metodología de la ciencia. Casi no hablaban de la ciencia en general, en cambio se la pasaban dedicados a su tema de investigación. No se preocupaban por seguir reglas previamente establecidas en algún texto, sino que inventaban o redescubrían sus métodos.

Empecé entonces a imitar a los científicos, dejé de seguir reglas y me puse a estudiar mis temas con empeño. Luego me dediqué a la docencia, sin embargo continué realizando investigación, he publicado algunos trabajos como artículos en revistas y como capítulos de libros. Algunos están vinculados con la docencia, con la difusión y otros con la investigación. La inquietud por dedicarme a la ciencia persistió en mí. Parte de ese interés me llevó a inscribirme en la Maestría en Metodología de la Ciencia. Esto me condujo de nuevo a la reflexión acerca de las diferencias entre los filósofos y metodólogos con los científicos. Me llevó también a una pregunta que me parece importante: ¿Cómo se forman los científicos? Si no es siguiendo reglas preestablecidas, si incluso su actividad misma les lleva a trascender esas reglas, ¿Cómo adquieren la capacidad para generarlas y para producir nuevo conocimiento? Es posible que un análisis sistemático del proceso de formación del científico nos permita optimizar el proceso mismo.

Por lo pronto, el presente trabajo significa la oportunidad de intentar resolver una duda que dejé pendiente desde mis inicios como estudiante de licenciatura y desde mis primeros intentos por dedicarme a la ciencia.

## **Agradecimientos**

Una gran cantidad de personas contribuyeron de alguna forma para la realización de este trabajo. En primer lugar debo mencionar a los investigadores de la muestra, quienes me proporcionaron su disposición, su tiempo y los materiales indispensables. Los comentarios y sugerencias de mi asesor, el Mtro. José María Infante, fueron muy valiosos. Otras personas que me proporcionaron retroalimentación fueron los doctores: Ratikanta Maiti, Carlos Medina y Armando Contreras. Colaboraron de manera ardua y constante: Guadalupe Nava, Candelaria Ramírez y Aída García. Agradezco también el apoyo de los compañeros maestros y alumnos, así como de las autoridades de la Facultad de Psicología, de la UANL, en especial, del Lic. Enrique García y Lic. Guillermo Hernández.



**Dedicatoria**

A: Mercedes Ramírez Sánchez  
Sayil Valdez Velasco  
Pablo Valdez Velasco  
Zarel Valdez Nava  
Zahir Valdez Nava  
Yazel Valdez Nava

A: La Poesía

He intentado descifrar  
los misterios de la vida.  
He surcado por terrenos insondables,  
por espacios infinitos.  
He tenido mil preguntas,  
mil supuestos, mil quimeras.  
He perseguido mis sueños,  
he descubierto caminos.

Al final quedan penumbras,  
queda pasión y alegría,  
queda mi empeño incesante,  
y queda... la poesía.

Pablo Valdez Ramírez

*Fac. Filosofía y Letras, UANL.*

## **Índice**

<b>Prefacio</b>	<b>3</b>
<b>Introducción</b>	<b>9</b>
<b>Antecedentes</b>	<b>12</b>
<b>La ciencia</b>	<b>12</b>
<b>La ciencia como una actividad humana</b>	<b>17</b>
<b>La ética del científico</b>	<b>17</b>
<b>Reglas de pertenencia al grupo</b>	<b>18</b>
<b>Factores personales</b>	<b>18</b>
<b>Condiciones sociales en que se realiza la ciencia</b>	<b>19</b>
<b>Formación del científico</b>	<b>23</b>
<b>El contacto directo con la investigación científica</b>	<b>25</b>
<b>La interacción con los científicos</b>	<b>25</b>
<b>Las condiciones en que se realiza la ciencia</b>	<b>26</b>
<b>Factores personales</b>	<b>28</b>
<b>Objetivo e hipótesis</b>	<b>31</b>
<b>Material y Métodos</b>	<b>35</b>
<b>Resultados</b>	<b>37</b>
<b>Curriculum vitae</b>	<b>37</b>
<b>Categoría dentro del SNI</b>	<b>37</b>
<b>Dependencia de la Universidad</b>	<b>38</b>
<b>Grado académico</b>	<b>38</b>

Publicaciones	40
Ponencias en congresos y docencia	41
Escala de evaluación de la formación	42
Preguntas abiertas	45
Factores fundamentales en la formación	45
Problemas durante la formación	52
Evaluación de la actividad científica	57
Relaciones entre las variables	68
Sexo	68
Dependencia de la Universidad	69
Categoría dentro del SNI	69
Tasa de publicación	69
Discusión	79
Contacto directo con la investigación	79
Interacción con los científicos	80
Condiciones en que se realiza la ciencia	81
Aspectos personales	82
Comentarios acerca del modelo conceptual de la ciencia	86
Sugerencias para un programa de formación de científicos	87
Conclusiones	91
Referencias bibliográficas	93
Apéndice	101
Cuestionario	101
Escala de evaluación de la formación	102

## **Introducción**

La ciencia implica un conjunto organizado de conocimientos (hipótesis, teorías, leyes), la generación de los mismos y los métodos que se usan para obtenerlos (Wartofsky, 1973). Los descubrimientos que se obtienen por medio de la investigación científica constituyen la materia prima para la producción de otros conocimientos, métodos, técnicas, aplicaciones profesionales, tecnológicas e industriales (Tomquist y Kallsen, 1994). En las naciones industrializadas se conoce muy bien el impacto de la ciencia en el desarrollo de las actividades productivas, en la tecnología y en la economía (Bernal, 1975; Reséndiz, 1986). Esas naciones han fundado su avance, en gran medida, en la ciencia y la tecnología (Salam, 1987). En los países subdesarrollados casi no se destinan recursos para la ciencia, lo que fomenta una mayor dependencia académica, tecnológica y económica de estas naciones hacia los países desarrollados.

Para impulsar la ciencia es necesario primero contar con los recursos humanos adecuados: los científicos. Esto no se logra en el corto plazo, ni con cursos breves, ni con programas diseñados desde un escritorio. Los científicos constituyen un personal de alto nivel que tarda muchos años en formarse (Ziman, 1981). La formación de científicos es prioritaria en los países desarrollados, ya que continuamente se requiere nuevo personal en campos diversos de la ciencia. Las naciones subdesarrolladas empiezan a entender la importancia de la ciencia y por lo tanto enfrentan el problema de formar científicos. Pero, ¿cómo se forman los científicos?, ¿cuáles son las condiciones que contribuyen a que un estudiante aprenda las teorías, los métodos, la ética y la actitud que se requieren para generar conocimiento?, ¿qué papel desempeñan factores personales como la curiosidad y la motivación en el aprendizaje de la ciencia?, ¿qué importancia tiene el reconocimiento social?, ¿qué papel desempeñan los cursos de filosofía o metodología de la ciencia en la formación de los científicos?, etc.

El estudio de la formación del científico implica conocer tanto el modo en que el aprendiz domina las teorías y técnicas de su disciplina, así como la manera en que interioriza y maneja los aspectos formales, lógicos y metodológicos de la ciencia (Ziman, 1985). El conocimiento profundo de los factores que intervienen en la formación del científico tiene implicaciones prácticas en las sociedades modernas. El desarrollo de la ciencia y de la tecnología depende de que se formen nuevos investigadores. Esto ha promovido la formación de un grupo cada vez más amplio de ellos. Los programas diseñados con tal objetivo son fundamentalmente los doctorados. Es importante determinar cuáles son los factores cruciales para que el estudiante se convierta en científico e incorporar de manera sistemática este conocimiento en los programas de doctorado. De hecho, este conocimiento podría también servir para fomentar una actitud científica desde los niveles de enseñanza elemental hasta los niveles de enseñanza superior.

Los datos que existen en la bibliografía sobre la formación del científico, pueden clasificarse en seis fuentes básicas:

- 1) Descripción de aspectos demográficos (edad, sexo, etc.) de los investigadores (Garza y Malo, 1988; Malo, 1987, Malo y Garza, 1987; Rodríguez, 1993).
- 2) Ensayos, comentarios y reflexiones de filósofos y científicos (Medawar, 1982; Weber, 1946; Ziman, 1985).
- 3) Biografías y autobiografías de científicos (Aigrain, 1990; Bernstein, 1982).
- 4) Experiencias acerca de la formación científica de estudiantes, en diferentes niveles educativos (Alguire, Anderson y Henry, 1993; Fortes y Lomnitz, 1991; Winter, Unti y Collins, 1993).



- 5) Encuestas aplicadas a investigadores (Braxton, 1993; Hackett, 1990; Zuckerman, 1967)
- 6) Encuestas aplicadas a estudiantes u otros grupos de la población, para determinar la actitud de la comunidad hacia la ciencia y los científicos (Castro e Irizarry, 1994; Khan, 1988; Meichtry, 1993; Neumann, 1993; Rodríguez, 1975).

El objetivo del presente trabajo es analizar un aspecto específico de la ciencia: la formación del científico. Para ello, se utiliza una estrategia amplia, que implica estudiar a un grupo de investigadores, por medio de: una entrevista estructurada con preguntas abiertas, una escala con preguntas cerradas y un análisis del Curriculum vitae. Se busca de esta manera, obtener la mayor información posible tanto de los aspectos biográficos, como de las experiencias y de las actitudes de los investigadores, en relación con su formación.

Para la muestra de este estudio, se seleccionaron científicos que forman parte del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Este sistema se creó en México, en 1984, con el propósito de fomentar la investigación. El SNI otorga apoyo económico y reconocimiento a quienes se dedican a la ciencia en nuestro país (Loría, 1989). Este criterio de selección asegura que los científicos que se estudian en el presente trabajo, cubren los requisitos del SNI (como tener determinado grado académico, haber publicado trabajos en revistas internacionales con arbitraje, etc.) y cuentan con un reconocimiento social.

En la siguiente sección se revisan los datos que se han publicado acerca de la formación del científico.

## **Antecedentes**

### **La ciencia**

Una condición básica para realizar ciencia es contar con investigadores, por lo que es fundamental estudiar los factores que intervienen en la formación del científico. Para analizar esos factores es necesario identificar primero su campo de trabajo: la ciencia. Entramos de lleno entonces al problema de la definición de la ciencia.

Existen tres maneras posibles de definir un concepto: por medio de sus características, sus funciones y sus ejemplos (Bourne, Ekstrand y Dominowski, 1974).

Podemos, por lo tanto, intentar definir el concepto ciencia identificando sus características básicas. Podríamos decir que es un conjunto organizado de conocimientos (hipótesis, teorías, leyes) o que se caracteriza por un método (método científico).

Otras definiciones de la ciencia se basan en sus funciones. Así, podríamos decir que la ciencia implica acciones encaminadas a la búsqueda de la verdad o la generación de conocimientos.

Otra forma de definir la ciencia consiste en relatar una serie de hechos o descubrimientos selectos, que se pueden reconocer como científicos. Además, es posible comparar los ejemplos anteriores con otros hechos que no sean científicos.

Generalmente los investigadores, inmersos en la actividad científica, aprenden lo que es la ciencia por medio de hechos y acciones científicas, es decir, aprenden ciencia haciendo ciencia (Ziman, 1981). En cambio los filósofos o metodólogos se aproximan a la ciencia como observadores. Aunque algunos fueron o siguen siendo científicos, se dedican ahora (igual que los filósofos profesionales) a reflexionar acerca de la ciencia.

Estas dos perspectivas generan diferencias en la forma de concebir la ciencia. Los científicos se dedican a construir la ciencia sin dedicar mucho tiempo a la definición o la reflexión

acerca de la misma (Bunge, 1983, García, 1984) Su concepto de ciencia surge de los ejemplos implícitos en la actividad misma. El método también se construye en la práctica. Por esa razón, si se pregunta a un científico qué es la ciencia, nos dará algunas nociones generales. No obstante, puede identificar con relativa facilidad ejemplos de trabajos científicos, incluso puede discutir la calidad de esos trabajos (Pérez, 1987).

Kuhn (1971) señala que las personas que se formaron y han trabajado en una disciplina por largo tiempo, adquieren una perspectiva específica de su campo. Esto significa que han interiorizado el paradigma (conceptos, teorías y métodos) de su disciplina. De este hecho se derivan dos consecuencias: el científico formado en un paradigma puede desarrollar una "ciencia normal", que promueve avances constantes en la verificación, alcance y aplicación del paradigma; pero a la vez, toma como un hecho aceptado el paradigma que aprendió, lo cual hace muy difícil que observe hechos que contradicen ese paradigma. Este tipo de limitación conceptual, que Kuhn aplica a los investigadores, se puede aplicar a los filósofos, cuya formación condiciona su perspectiva acerca de la ciencia. Es importante tomar en cuenta que los filósofos o metodólogos reflexionan acerca de la ciencia, mientras que los científicos la construyen (García, 1984). Esta consideración es importante porque algunos filósofos dan por hecho que al descubrir las características y métodos de la ciencia podrían usarse estos elementos como reglas que deben adoptar los científicos. Lo anterior nos lleva desde una postura observacional (reflexión, descripción y explicación) a una postura normativa (reglas que se deben seguir).

El filósofo de la ciencia, el metodólogo o epistemólogo, son metacientíficos. Observan, analizan y describen a posteriori lo que hacen los científicos. Esta observación externa les permite proponer generalizaciones acerca de la investigación, que el científico no puede realizar por estar involucrado en los aspectos específicos de su campo de trabajo. Sin embargo, el filósofo de la ciencia no se halla inmerso en la ciencia misma.

por lo que frecuentemente su perspectiva no concuerda con la del investigador.

Las generalizaciones que realizan los filósofos, metodólogos o epistemólogos tienden a basarse en uno o algunos aspectos de la ciencia. Esa descripción parcial produce versiones de la ciencia diferentes y muchas veces contradictorias. Los científicos que reflexionan acerca de la ciencia tienen la ventaja de haberla conocido como participantes de la misma. Sin embargo, vivir una experiencia no garantiza una descripción fiel de ella.

Desafortunadamente, las descripciones parciales se postulan como "la explicación definitiva y correcta" de la ciencia. Cuando un filósofo intenta demostrar que su versión es la correcta recurre con frecuencia a delinear primero una caricatura (esto es, una versión simplista y descontextualizada) de las versiones opuestas; enseguida usa la caricatura para señalar los errores de los contrarios (Chalmers, 1984). Es común que se descalifique la opinión, propuesta o hallazgo de otro autor simplemente clasificándolo como: "empirista", "inductivista", "deductivista", "funcionalista", "racionalista", "idealista", "marxista", etc. Dependiendo de la postura del escritor, se esgrime un epíteto específico contra el otro, lo cual impide evaluar con precisión la contribución de todos los autores. Las "evaluaciones" parecen una discusión de valores ("es bueno", "es malo", "no sirve", "es adecuado", etc.), más que de verdaderos contenidos, hipótesis, métodos, teorías o leyes.

Las consideraciones anteriores no implican que la actividad de los filósofos, metodólogos o epistemólogos sea irrelevante; por el contrario, esos campos pueden contribuir a la comprensión de la ciencia. El punto central que debe quedar claro es que estas disciplinas constituyen una reflexión acerca de la ciencia y que sus descripciones, en tanto sean parciales, no pueden constituirse en normas para desarrollar investigación científica. De hecho, los científicos hacen ciencia sin preocuparse de las reglas del método que han descrito los

filósofos. Los científicos construyen la ciencia, generan los métodos y técnicas que les son necesarias para resolver su problema de investigación. En la ciencia se usan todos los métodos y aproximaciones lógicas (inductivos, deductivos, empíricos, dialécticos, etc.) y se generan nuevas estrategias a medida que se requieren (Feyerabend, 1993). Después llegan los filósofos y describen las acciones, métodos y teorías resultantes de la actividad del científico.

La separación que se señala aquí entre realización de la ciencia y reflexión acerca de la ciencia es muy importante con respecto a la formación del científico. Cuando se diseñan estrategias para formar científicos, algunas veces se recurre a impartir cursos de filosofía de la ciencia, metodología, epistemología (Rojas, 1992); sin tomar en cuenta que esas son reflexiones acerca de la ciencia y no la ciencia misma. De esa forma, los estudiantes tienen contacto con versiones simplificadas y parciales de "la ciencia" y del "método científico".

Pero entonces, ¿cómo definir la ciencia? Al principio de este capítulo se plantearon tres formas de definir un concepto. En lugar de restringirnos a una de las definiciones que se han propuesto para la ciencia, se plantea aquí identificar los elementos que la conforman. De esta manera podemos integrar tanto sus características, como sus funciones y los ejemplos pertinentes.

La ciencia puede estudiarse desde varias perspectivas (Price, 1968):

- 1) Pueden analizarse los aspectos formales, lógicos, metodológicos, epistemológicos. Aquí se incluye la Filosofía de la ciencia, la Metodología y la Epistemología (Bunge, 1983; Chalmers, 1984; Wartofsky, 1973).
- 2) Pueden estudiarse su origen y desarrollo. Aquí se incluye la Historia de la ciencia (Bernal, 1979; Koyré, 1977).



- 3) Pueden estudiarse los aspectos humanos de la ciencia, esto es, cómo construyen la ciencia los científicos. Aquí se incluyen la sociología (Barber, 1987) y la psicología de la ciencia (Singer, 1971).

Una definición y una comprensión integral de la ciencia involucra tomar en cuenta las tres perspectivas mencionadas. La Figura 1 es un esquema de los elementos que es necesario considerar para analizar la ciencia. El primer elemento es el paradigma, que implica los conceptos, hipótesis, teorías y métodos de la ciencia. El segundo elemento es el científico, su formación, su actividad, su interacción con otros científicos, etc. El tercer elemento es la sociedad, que constituye el contexto donde se desarrolla y adquiere sentido la actividad científica.

Los tres elementos están en interacción constante y sus formas de interacción cambian junto con las transformaciones económicas, sociales, políticas y culturales que ocurren durante la historia.

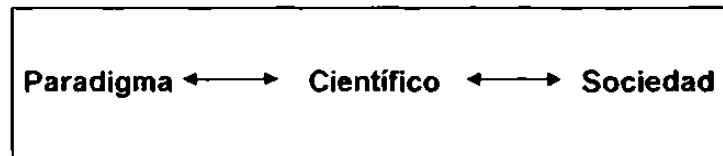


Figura 1. Elementos para el análisis de la ciencia.

## **La ciencia como actividad humana**

Los filósofos tienden a considerar los aspectos humanos de la investigación como separados y hasta irrelevantes para el estudio de la ciencia. Algunos plantean que en la ciencia existen factores internos (lógicos, metodológicos) y factores externos (sociológicos, psicológicos) (Newton-Smith, 1987). Sin embargo, los datos que proporcionan la historia, la sociología y la psicología de la investigación científica indican que los aspectos humanos son muy importantes para una comprensión amplia de la ciencia. Algunos descubrimientos, hipótesis, teorías y leyes, se generaron o se sostuvieron por razones diferentes de los procedimientos lógicos que plantean los filósofos (Broad y Wade, 1985; Feyerabend, 1993). En esos casos se observa la participación de factores humanos, sociales y culturales de una manera determinante. Se han planteado cuatro factores humanos relevantes para el desarrollo de la actividad científica: la ética del científico, las reglas de pertenencia al grupo, los factores personales y las condiciones sociales en que se realiza la ciencia. Enseguida explicaremos a que se refiere cada uno de ellos.

### **La ética del científico**

Se ha encontrado que la actividad del científico parece estar regulada por cuatro reglas o normas éticas (ethos): universalismo, comunalismo, desinterés y escepticismo organizado (Merton, 1977). Los científicos tienden a defender esas normas y a indignarse contra quien las viola.

El universalismo se refiere a que los descubrimientos, teorías o leyes, deben ser sometidos a criterios universales. Las contribuciones no deben depender de la raza, nacionalidad, religión, clase o cualquier otro atributo personal o social del científico.

El comunalismo implica que los hallazgos científicos deben ser publicados y por lo tanto convertirse en parte del dominio público (de la comunidad). No son propiedad exclusiva

del autor, quien recibe sólo cierto reconocimiento por su contribución, pero sus hallazgos se convierten de inmediato en propiedad común, por lo que pueden ser utilizados por cualquier otra persona.

El desinterés se refiere a que la guía fundamental del científico es la búsqueda del conocimiento, más que la obtención de ganancias económicas o prestigio.

El escepticismo organizado involucra el examen independiente, objetivo y riguroso de las creencias, hipótesis o teorías.

### **Reglas de pertenencia al grupo**

La comunidad científica (Casas, 1980) sólo reconoce como miembros de la misma a las personas que producen trabajos de calidad, esto es, que sean originales y que usen una metodología apropiada (Pérez, 1987). Pero, no basta con que hayan publicado un trabajo, es importante una producción continua; quienes dejan de publicar y se dedican a otra actividad ya no son considerados científicos. Además, para que el trabajo sea reconocido se requiere que sea claro y convincente.

### **Factores personales**

La ciencia se realiza no sólo con el objetivo de obtener conocimiento, sino con propósitos personales. Tales propósitos pueden ser muy variados y pueden incluir: curiosidad, motivación (Roe, 1961), ansiedad ante lo desconocido (Cerejido, 1994), aspectos religiosos, nacionalistas, raciales, búsqueda de reconocimiento, de prestigio, de poder, demostración de superioridad, demostrar los errores de un contrario, etc. (Broad y Wade, 1985; Feyerabend, 1993). Aunque los científicos tienden a defender las normas éticas antes mencionadas, en la práctica no pueden sustraerse a la influencia de sus intereses, pasiones y conflictos

Los problemas o intereses personales del científico pueden influir también en la elección del tema de investigación, en la aproximación metodológica o técnica que se adopte, así como en

la forma de presentar y discutir los resultados de su trabajo (Devereux, 1977).

Durante su formación, los científicos adoptan un estilo de trabajo que es muy importante para el desempeño eficiente de su actividad. Este estilo implica: constancia, disciplina, persistencia, planeación, verificación, ser autodidacta, aceptar la crítica, tener resistencia al fracaso, etc. (Holton, 1985).

### **Condiciones sociales en que se realiza la ciencia**

Las condiciones sociales prevalecientes en cada época influyen sobre la actividad científica. Generalmente, la sociedad otorga ciertas recompensas a los científicos, ya sea a través de puestos académicos en las universidades, premios, reconocimiento social, etc. (Merton, 1977). La obtención de reconocimiento sólo se puede lograr si el trabajo del científico aporta conocimiento nuevo, si el método y las técnicas son apropiadas, pero además, cuando el trabajo se presenta de manera clara y convincente.

El amplio reconocimiento que los países desarrollados otorgan a la ciencia ha generado recompensas mayores para los científicos. Pero los criterios para otorgar esas recompensas son cada vez más estrictos. Se basan en requisitos como: la cantidad de artículos publicados en revistas internacionales, la cantidad y el monto de los proyectos de investigación aprobados por instituciones nacionales o internacionales, los premios o reconocimientos recibidos con anterioridad, etc.

Los criterios antes mencionados, generan una presión enorme para el investigador, ya que sólo puede obtener reconocimiento, recompensa o el financiamiento indispensable para su trabajo, si cuenta con publicaciones, con proyectos previamente aprobados, si ha recibido premios por su labor, etc. Esto puede llevar a los investigadores a un ciclo de acciones donde la cantidad de publicaciones puede tener prioridad sobre la calidad de las mismas (publicar o perecer, "publish or perish") (Broad y Wade, 1985). En este ciclo los que más tienen, consiguen más. A este fenómeno se le conoce como

"efecto Mateo" (Merton, 1968), en referencia a una cita bíblica donde se menciona expresamente: "Porque a quien tiene, se le dará y tendrá en abundancia; y al que no tiene, aun lo que tiene le será quitado". (Evangelio según San Mateo, cap. 13, vers. 12; cap. 25, vers. 29).

Los cuatro factores descritos condicionan en gran parte las actividades que realiza el científico y por lo tanto la ciencia misma. Puede notarse que existen contradicciones entre esos factores. No es fácil mantener una ética y hacer a un lado las pasiones, prejuicios y valores religiosos, culturales, sociales. Tampoco es fácil sostener esa ética ante las presiones por publicar que impone el medio social.

La existencia de factores éticos, personales y sociales permite considerar la ciencia como una cultura. Consta de actividades, valores, reglas morales o de conducta. Sus miembros (los científicos) comparten un sistema de creencias acerca de la teoría, del método, de las técnicas y la forma de comunicarse (Campos, 1991). Durante su formación los estudiantes aprenden tanto los elementos lógicos de la ciencia, como el sistema de creencias y reglas morales implícitas.

La formación implica dos aspectos: la enseñanza de la teoría, métodos y técnicas de una disciplina; así como el aprendizaje de una actitud o cultura científica (Ziman, 1972). Podemos entender la actitud como el conjunto de patrones de comportamiento que el científico adquiere durante su formación, lo cual incluye: normas éticas (universalidad, comunalismo, desinterés y escepticismo organizado), reglas de pertenencia al grupo (originalidad, productividad, calidad y convincente) y un estilo de trabajo (constancia, persistencia, planeación, disciplina, ser autodidacta, aceptar la crítica, tener resistencia al fracaso, etc.).

Para el estudio integral de la ciencia no basta indagar acerca de sus aspectos lógicos o metodológicos, la ciencia es una actividad humana y por lo tanto es importante estudiarla como tal. Cuando se analizan las experiencias formativas, generalmente se toman en cuenta aquellas condiciones que

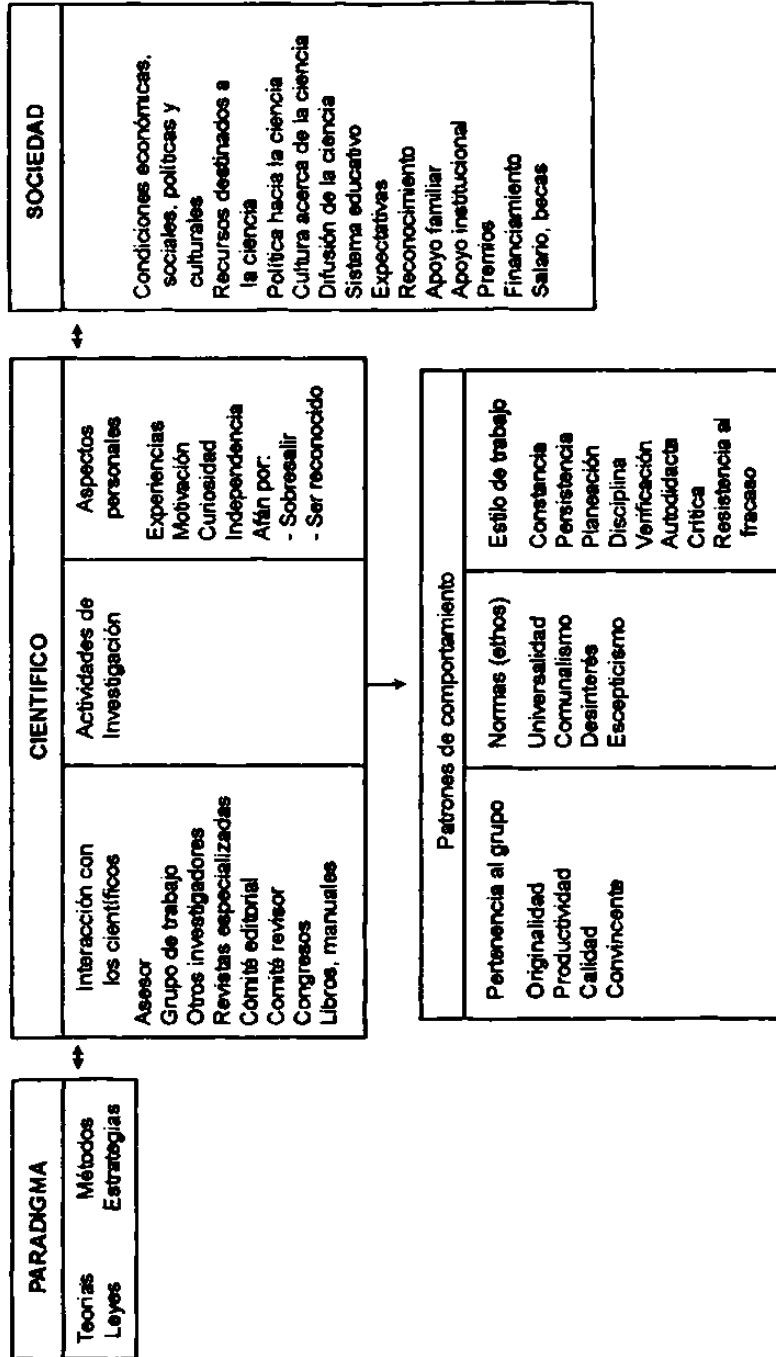


promueven el dominio del tema y el adiestramiento en los aspectos lógicos, metodológicos o técnicos de la disciplina. Es necesario estudiar también la forma en que el científico interioriza las normas éticas, así como las actitudes personales y de interacción social, de la cultura científica.

A partir de lo planteado en esta sección podemos proponer un esquema o modelo conceptual de los elementos de la ciencia (Figura 2). De acuerdo con este modelo, los tres elementos fundamentales de la ciencia son: el paradigma, el científico y la sociedad. El primer elemento es el paradigma, el cual ya fue descrito. El segundo elemento es el científico, aquí podemos agregar su interacción con la comunidad científica, su participación en las actividades de investigación, sus motivos personales, sus normas éticas, de pertenencia al grupo y su estilo de trabajo. En el tercer elemento, la sociedad, podemos además mencionar el reconocimiento y el sistema de recompensas hacia la ciencia.

La interacción entre esos elementos es determinante en el desarrollo de la ciencia. Es importante mencionar que el modelo implica que para estudiar la ciencia es indispensable tomar en cuenta tanto los aspectos lógicos o metodológicos, como los aspectos personales del científico y las condiciones sociales en que se realiza la ciencia. Desde esta perspectiva no tiene sentido la división en: "factores internos" (lógicos, metodológicos) y "factores externos" (sociológicos, psicológicos) de la ciencia.

El modelo que aquí se propone puede ser útil para analizar con más precisión los factores que intervienen en la formación del científico, así como otros aspectos de la ciencia, por ejemplo: las condiciones históricas, sociológicas y psicológicas que participan en el desarrollo, el progreso o el fraude.



## **Formación del científico**

La formación de investigadores está directamente vinculada con la educación. Es en las universidades donde se espera que se produzcan nuevos investigadores (Lomnitz, 1976). El posgrado, en especial el doctorado, contempla dentro de sus objetivos el que sus egresados sean capaces de realizar investigación científica. Es importante señalar que existe una disociación entre los objetivos y los sistemas de enseñanza que se utilizan en los diferentes niveles del sistema educativo. Esa disociación ocurre en todo el mundo, pero en México llega al extremo de separación total. Se enseña a los alumnos desde los niveles básicos hasta el nivel universitario a memorizar y repetir conocimientos que se encuentran en libros de texto. Libros que contienen casi siempre una descripción de las teorías y leyes derivadas de la investigación, pero que se presentan como verdades últimas. En esos textos los métodos y técnicas aparecen como recetas que pueden aplicarse a casi cualquier problema (Ziman, 1972). A nivel licenciatura se pone énfasis en la profesionalización, esto es, en que el egresado debe ser capaz de aplicar las teorías, métodos y técnicas apropiadas para la solución de problemas prácticos de una profesión. En la mayor parte de las licenciaturas no se vincula la formación profesional con la investigación (Campos, 1991). Frecuentemente la maestría constituye una extensión de la formación profesional, aunque algunas maestrías incorporan actividades de investigación. Se deja para el doctorado la formación específica de investigadores. Los estudiantes que llegan al nivel de maestría y doctorado se encuentran en una situación contradictoria. Durante muchos años se les ha enseñado a memorizar y repetir, pero ahora se les pide que generen conocimiento nuevo (Ziman, 1972). El resolver problemas de investigación nuevos o poco estudiados, suele requerir inventar métodos o técnicas. Los estudiantes enfrentan por primera vez problemas no estructurados, donde el conocimiento previo sirve como guía, pero no proporciona las respuestas. Donde es

necesario construir no sólo las respuestas, sino las preguntas. Donde se requiere no sólo aplicar, sino inventar los métodos y las técnicas. Parte de este problema surge de la separación entre la enseñanza formal del científico y la enseñanza de una actitud (o cultura) científica. En la educación básica y media se enfatiza la adquisición de conocimiento y la interiorización de las normas sociales. En la licenciatura se da prioridad a la adquisición de conocimientos y al aprendizaje de técnicas vinculadas con una profesión. En el posgrado se espera que el estudiante aprenda a realizar ciencia y que adopte una actitud científica. Sin embargo, la actitud o cultura científica podría adquirirse desde temprana edad. Es posible que la falta de una actitud científica explique en parte la capacidad limitada de los egresados a nivel licenciatura, quienes muchas veces son excelentes técnicos, pero mediocres profesionales. Se entiende aquí técnico como: alguien capaz de aplicar procedimientos específicos para la realización de una tarea. Por otro lado, un profesional implica alguien capaz de resolver problemas por medio de la teoría, el método y las técnicas adecuadas; quien es capaz incluso de enriquecer la teoría, proponer hipótesis, generar nuevos métodos y técnicas, en el proceso mismo de la solución del problema. Como puede verse, un profesional requiere una actitud científica. En países como Estados Unidos de Norteamérica, el egresado del nivel Bachelor se considera un técnico, es el egresado del doctorado quien se considera un profesional de alto nivel. Esto implica que, en ese país, un profesional es aquel que ha trabajado en investigación, que ha realizado una tesis de doctorado, que tiene trabajos publicados, que ha interiorizado una actitud científica, y que puede ahora utilizar toda esa experiencia en su práctica diaria, en la solución de problemas de la comunidad.

De acuerdo con el modelo propuesto en este trabajo (Figura 2), los factores que se pueden considerar fundamentales para el análisis de la formación del científico son: el contacto directo con la investigación, la interacción con otros científicos, aspectos personales, así como las condiciones en que se realiza

la ciencia, las cuales quedan ubicadas dentro del elemento sociedad. Enseguida se analiza la participación de cada uno de estos factores en la formación del científico.

### **El contacto directo con la investigación científica**

El estudiante que ingresa al doctorado frecuentemente carece de experiencia en investigación y de una actitud científica. Es a través de la investigación misma que aprende a realizar ciencia. En la práctica misma aprende el método científico, las técnicas e interioriza una actitud científica (Ziman, 1981).

Una aclaración importante: el factor crucial parece ser el contacto directo con la investigación, no el doctorado. Generalmente los estudios de posgrado constituyen la oportunidad para entrar en contacto con la ciencia, pero algunos alumnos se involucran en actividades de investigación desde la maestría, otros incluso desde la licenciatura. Frecuentemente ese vínculo con la ciencia ocurre por medio de la tesis de licenciatura o maestría que, en algunos casos, llegan a constituir los primeros trabajos de una carrera científica.

### **La interacción con los científicos**

El tutor o asesor de tesis juega un papel fundamental en la formación del científico (Bland y Schmitz, 1986; Fuchs, 1993; Ziman, 1972). El aprendiz tiene en el asesor un modelo, quien lo guía, le enseña la teoría, la forma de plantear y enfrentar problemas, de proponer hipótesis, el método, las técnicas, a redactar en el estilo de la ciencia, a comunicarse con otros científicos, le corrige errores. En resumen, el alumno aprende de su tutor o asesor tanto la forma de realizar ciencia, como una actitud científica.

Otra aclaración: el factor crucial parece ser la interacción con uno o más científicos, no el asesor formal. Ocurre que en ocasiones el asesor formal no orienta al alumno, a veces hasta impone requisitos y trabas que van en detrimento de su formación. Pero, casi siempre algún científico se constituye en

tutor, asesor o protector del estudiante, aunque no lo sea formalmente.

### **Las condiciones en que se realiza la ciencia**

El ambiente de trabajo en que se inserta el alumno es fundamental para su desarrollo. ¿En qué consiste un ambiente estimulante? Es un sitio donde (Bland y Schmitz, 1986):

- a) Se valora la ciencia.
- b) Se realiza ciencia de calidad.
- c) Trabajan científicos reconocidos.
- d) Se cuenta con los recursos necesarios para realizar ciencia.
- e) No existen cargas administrativas o burocráticas excesivas.
- f) Se cuenta con bibliografía actualizada.
- g) Existen redes de comunicación entre los científicos que trabajan en ese sitio.
- h) Se cuenta con los medios para comunicarse con otros científicos, tanto del país como de cualquier parte del mundo.

Puesto que el presente estudio se realiza con científicos mexicanos, es muy importante tomar en cuenta las condiciones en que se realiza la ciencia en México. En términos generales podemos afirmar que estamos lejos de contar con las condiciones óptimas, arriba especificadas.

La ciencia organizada en México es relativamente joven. En 1970 se fundó el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), organismo que se encarga de coordinar, financiar y apoyar el desarrollo de la ciencia en México. En 1984 se creó el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), cuyo propósito es fomentar la ciencia por medio de un apoyo económico y reconocimiento social a los investigadores mexicanos (Loría, 1989). Otro de los objetivos del SNI es detener la fuga de científicos mexicanos al extranjero, en busca de mejor remuneración que la que otorgan las universidades o los institutos de investigación de nuestro país. Para pertenecer al SNI, el investigador debe cubrir diversos requisitos (contar con

cierto grado académico, haber publicado trabajos en revistas internacionales con arbitraje, etc.). Una vez cubiertos esos requisitos, el investigador recibe una compensación económica en pesos mexicanos, libre de impuestos (como una beca), por un periodo de tres años, durante los cuales debe presentar un informe anual de actividades. Al final de ese periodo debe presentar su solicitud de permanencia al SNI. De acuerdo con los datos que proporcione, el investigador puede dejar de pertenecer al SNI (si no cubre los requisitos pertinentes), permanecer en la misma categoría, o cambiar de categoría. Dentro del SNI, los científicos se clasifican en 4 categorías: Candidato, Investigadores Nivel I, Nivel II y Nivel III. El monto de las compensaciones económicas aumenta de acuerdo con el orden mencionado, desde tres hasta nueve salarios mínimos mensuales (Sistema Nacional de Investigadores, 1991). En 1994, esto significaba de \$450 a \$1,200 Dlls. mensuales, aproximadamente.

Aunque el CONACYT y el SNI han significado un avance importante en el apoyo que se proporciona a la ciencia en México, dicho apoyo es aún bastante limitado (Maddox y Gee, 1994). Los principales problemas de la ciencia en nuestro país son:

La cantidad de recursos que se destinan a la ciencia son escasos, apenas llegan al 0.36% del Producto Interno Bruto (PIB), mientras que en las naciones industrializadas alcanzan valores de 2 y 3% del PIB (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1993).

Existe un retraso excesivo en la evaluación de los proyectos de investigación que solicitan apoyo, así como en la asignación y ejercicio de los fondos de los proyectos que resultaron aprobados. Los recursos llegan a los investigadores, uno o dos años después de que presentaron su proyecto (Muñoz, 1991). La ciencia no se ha profesionalizado. Los salarios de los investigadores son muy bajos. Los sobresueldos que proporcionan las universidades y el SNI se otorgan en calidad de becas, con lo que no ofrecen estabilidad al científico. Los

sobresueldos no son suficientes para retener a algunos investigadores, quienes se van al extranjero (fuga externa) o a la iniciativa privada (fuga interna), donde obtienen mejores salarios y condiciones de trabajo (Castaños, 1993).

La ciencia se desarrolla fundamentalmente en la ciudad de México (Martínez, Aréchiga y Alarcón, 1980; Rodríguez, 1993). Prueba de ello es que la mayor parte de los proyectos de investigación financiados por el CONACYT corresponden a universidades e institutos de investigación ubicados en la ciudad de México. Otra prueba: la mayoría de los investigadores del SNI radican en el Distrito Federal. En 1993 el SNI tenía registrados 6233 investigadores en todo el país, de los cuales el 52.2 % radicaba en la ciudad de México (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1993). Las universidades de provincia otorgan poca importancia a la investigación, los recursos disponibles se destinan fundamentalmente a la docencia. Este problema, que se conoce como centralismo, afecta de manera importante a los científicos que conforman la muestra del presente trabajo.

### **Factores personales**

Aquí podemos mencionar dos aspectos: los motivos personales de los científicos para dedicarse a la ciencia y el estilo de trabajo que interioriza el investigador durante su formación. Los principales motivos para dedicarse a la ciencia parecen ser: la curiosidad, la motivación por descubrir (Roe, 1961) y el afán por obtener reconocimiento o prestigio (Merton, 1977).

Se han descrito varias características de los investigadores algunas de las cuales pueden ser parte de la personalidad y otras pueden ser producto de sus experiencias formativas como científico, tales como cierto grado de independencia y preocupación por las cosas e ideas (Roe, 1961). También se ha planteado que los investigadores adoptan un estilo de trabajo que consiste en: una gran dedicación, tendencia



a la verificación (Holton, 1985) y resistencia al fracaso (Merton, 1968)

Para ser científico no se requieren capacidades psicológicas especiales, la inteligencia promedio de los científicos cae dentro del rango normal a normal superior (Roe, 1961). Sin embargo, para dedicarse a algunos campos de la ciencia (ingeniería y ciencias físicas) parecen requerirse ciertas habilidades psicológicas específicas, tales como la capacidad de visualización espacial (Humphreys, Lubinsky y Yao, 1993). Los procesos cognoscitivos siguen las mismas leyes en todas las personas, sean científicos o se dediquen a cualquier otra actividad. Una característica básica de la memoria humana a largo plazo es que la información almacenada se reconstruye (Howe, 1974). Esto significa que al recordar algo almacenado por horas, días, meses o años, proporcionamos una versión simplificada o deformada, expuesta a la influencia de las experiencias previas y posteriores a lo que intentamos recordar. De ahí que los testigos de un hecho delictuoso den versiones diferentes y muchas veces contradictorias (Buckhout, 1976). Se ha encontrado que, al citar la literatura científica, los investigadores cometen errores vinculados con los procesos de reconstrucción de la memoria a largo plazo (Vicente y Brewer, 1993).

El afán de los investigadores por obtener reconocimiento y prestigio contribuye a estimular el desarrollo del trabajo científico y la competencia entre colegas, pero en casos extremos puede conducir al fraude (Broad y Wade, 1985; Hackett, 1994). Se han descubierto una serie de trabajos que transgreden las normas éticas de la ciencia. Existen varias formas de incurrir en fraude o comportamiento deshonesto: aparecer como autor de algo que ya había sido publicado, retocar los datos para que parezcan más claros o consistentes con una hipótesis o teoría, inventar datos, publicar el mismo trabajo en varias revistas, publicar un trabajo amplio como varios trabajos breves, aparecer como autor de un trabajo por el sólo hecho de ser el director del laboratorio o departamento, etc. (Benitez, 1988,

Price, 1994). Los autores involucrados en incidentes de fraude han sido incluso científicos reconocidos de todas las épocas, como Newton, Mendel o Millikan (Broad y Wade, 1985). Un caso reciente de fraude en la ciencia implicó a un premio Nobel de Medicina (Sarasohn, 1993). Para que el científico obtenga reconocimiento y prestigio es necesario que convenza a la comunidad científica de que su trabajo tiene calidad y de que es el primero en obtener ese conocimiento (Merton, 1977). Es posible que el fraude que se observa en la ciencia sea una manifestación del comportamiento deshonesto que ocurre en el medio social en general (cohecho, robo, mentira, etc.). Por ejemplo, existen informes de violaciones a la ética en la supervisión de estudiantes a nivel profesional (Goodyear, Crego y Johnston, 1992). Desde esta perspectiva las normas éticas de la ciencia constituyen más un ideal, que la aplicación de un código inviolable (Broad y Wade, 1985).

En resumen, el análisis de la bibliografía disponible sobre la formación del científico nos indica que existen cuatro factores involucrados en la formación del científico: el contacto directo con la investigación, la interacción con los científicos, las condiciones en que se realiza la ciencia y aspectos personales.

## **Objetivo e hipótesis**

El presente trabajo pretende analizar la participación de los cuatro factores mencionados en la formación del científico.

A partir del esquema o modelo propuesto (Figura 2) se pueden plantear las siguientes hipótesis con respecto a la formación del científico:

1. El contacto directo con la investigación es fundamental para la formación.

De acuerdo con este planteamiento, lo más probable es que:

- a) Los investigadores otorguen mayor importancia en su formación al doctorado, enseguida a la maestría y al final a la licenciatura, ya que dichos grados facilitan el contacto con las actividades de investigación en ese orden de rango.
- b) El inicio en su formación probablemente se asocie con su participación en actividades de investigación. Una de estas actividades podría ser el trabajo de tesis.
- c) Se otorgue escasa importancia a los cursos que constituyen una reflexión general acerca de la ciencia, tales como Filosofía y Metodología de la ciencia, ya que no implican un contacto directo con la investigación.

2. La interacción con los científicos es fundamental para la formación.

De ser correcto este planteamiento, es probable que:

- a) Los investigadores den gran importancia al asesor de tesis o tutor.
- b) Los investigadores asignen mayor importancia a las actividades que promueven o facilitan más la interacción, tales como: la interacción misma con otros científicos, la

adquisición de otro idioma, las revistas especializadas y los congresos.

- c) El investigador recién formado siga trabajando con su asesor después de que terminó su tesis.
3. Las condiciones en que se realiza la ciencia son fundamentales para la formación.

De acuerdo con este planteamiento, se espera que:

- a) Los investigadores que tuvieron y tienen mejores condiciones (infraestructura) sean los más productivos.
  - b) Debido a las condiciones limitadas en que se realiza la ciencia en México, los investigadores otorguen mayor importancia a la infraestructura y el reconocimiento social.
- 4 En la formación son importantes algunas características personales.

Congruente con este planteamiento, se espera que:

- a) Los investigadores otorguen importancia a la curiosidad y la motivación, como antecedentes para su formación.
5. La formación implica la adquisición de una actitud o cultura científica, que se manifiesta como un conjunto de patrones de comportamiento.

De ser correcto este planteamiento, es probable que:

- a) Los investigadores evalúen los productos de la actividad científica (trabajos publicados y ponencias en congresos), en base a criterios de originalidad, productividad y calidad

- b) Para la realización de la actividad científica, los investigadores consideren fundamental un estilo de trabajo, que consiste en: constancia, persistencia, planeación, disciplina, verificación, ser autodidacta, resistencia a la crítica y al fracaso.
- c) Debido a las condiciones limitadas en que se realiza la ciencia en México, es probable que los investigadores perciban su actividad como recompensante en sí misma.



## **Material y Métodos**

La muestra estuvo constituida por científicos mexicanos. Se utilizaron dos criterios para su inclusión en el presente trabajo: que pertenecieran al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y que laborasen en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). En noviembre de 1993 (fecha en que se inició el trabajo), radicaban en Nuevo León alrededor de 150 investigadores miembros del SNI, de los cuales 110 laboraban en la UANL. Se intentó incluir en el estudio a los 110, sin embargo, esto no fue posible debido a que algunos dejaron de pertenecer al SNI y otros salieron del país para realizar estudios de posgrado. En total, el estudio se realizó con 84 investigadores, 66 hombres (78.57%) y 18 mujeres (21.43%).

La muestra del presente estudio constituyó un 76.36% de los investigadores que trabajaban en la UANL, un 56% de los que radicaban en Nuevo León, un 2.82% de los que radicaban en el interior del país, y un 1.35% del total de investigadores de la República Mexicana.

Se utilizaron tres estrategias para obtener información: una entrevista estructurada con preguntas abiertas, una escala en la que se calificó la importancia de algunos factores en la formación y el análisis del Curriculum vitae del investigador. En el Apéndice se encuentran la entrevista y la escala.

- 1) Entrevista estructurada con preguntas abiertas. Consistió en once preguntas centrales (Ver Apéndice). En los casos en que fue necesario, las respuestas se aclararon o replantearon, e incluso se agregaron otras con el propósito de obtener información clara y extensa. No se puso límite de tiempo y se alentó siempre al investigador a que ampliase lo más posible sus respuestas. Con el consentimiento del científico, se usó una grabadora de audio, que permitió realizar un registro permanente de las respuestas. Además, simultáneamente con la grabación, se tomaron notas. Las

respuestas grabadas fueron posteriormente transcritas, resumidas y agrupadas en categorías.

- 2) Escala para evaluar la importancia de algunos factores en la formación. Esta escala contenía 19 reactivos, cada reactivo se calificaba de uno a nueve, donde uno significaba ninguna importancia y nueve la mayor importancia con respecto a su formación como científico. Aquí el investigador calificaba aspectos como su asesor, las revistas especializadas, los congresos, el manejo de otro idioma, los cursos de filosofía o metodología de la ciencia, etc. (ver Apéndice).
- 3) Curriculum vitae. Al terminar la entrevista y la escala, se solicitó al investigador su Curriculum vitae, así como una copia de su primer trabajo y de su trabajo científico más relevante. Debido a diferencias en el formato del curriculum, a veces faltaban algunos datos, por lo que en la sección de resultados se especifica el número de casos (n) en que se basó cada análisis.

Una secretaria concertó la cita para la entrevista con cada científico, al hacerlo proporcionaba información preliminar acerca del estudio. Al inicio de la entrevista se le explicó al investigador el objetivo del trabajo y se le informó que los datos que proporcionase serían tratados como material confidencial.

El tiempo de interacción con cada científico fue variable, desde un mínimo de 25 minutos en una sesión, hasta cinco horas repartidas en 2-4 sesiones.

Los datos fueron procesados en una computadora compatible con IBM, por medio del programa para análisis de datos: Statistica (StatSoft, 1994).



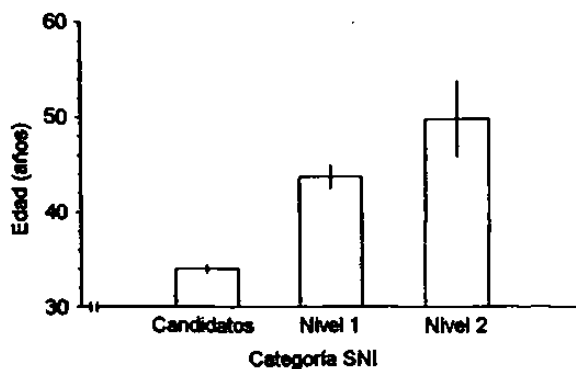
## Resultados

Los resultados se analizan en el siguiente orden Curriculum vitae, escala para evaluar la importancia de diversos factores en su formación como científicos, respuestas a las preguntas abiertas y relaciones entre las variables.

### Curriculum vitae

#### Categoría dentro del SNI

Los investigadores entrevistados fueron: 42 (50%) Candidatos, 36 (42.86%) Investigadores Nivel I y 6 (7.14%) Nivel II. El promedio de edad de los candidatos fue de 34.02, error estándar (EES=0.46), de los investigadores Nivel I fue de 43.72 (EES=1.24) y de los de Nivel II fue de 49.83 (EES=3.99) años (Figura 3).



**Figura 3.** Promedio de edad de los investigadores de la muestra (N = 84), de acuerdo con su categoría dentro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Las líneas que cruzan cada barra indican el error estándar (Promedio  $\pm$  error estándar).

### Dependencia de la Universidad

Los investigadores de la muestra estaban adscritos a las facultades de: Ciencias Biológicas (n=29, 34.52%), Medicina (n=19, 22.62%), Ingeniería Mecánica y Eléctrica (n=12, 19.29%), Ciencias Forestales (n=7, 8.33%), Agronomía (n=6, 7.14%) y el resto (n=11, 13.1%) estaban distribuidos en otras dependencias de la Universidad (Figura 4).

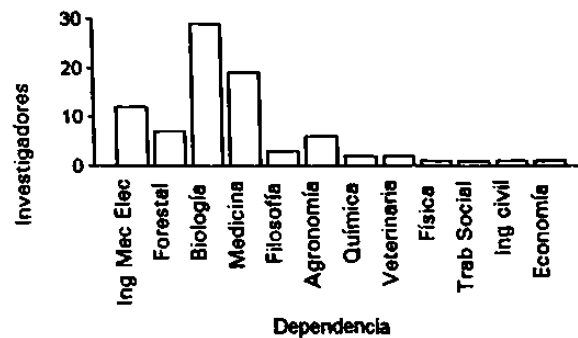


Figura 4. Dependencia de la Universidad donde laboraban los 84 investigadores de la muestra.

### Grado académico

Los investigadores obtuvieron la licenciatura a los 23 años de edad (EES=0.24), la maestría a los 27.71 (EES=0.67) y el doctorado a los 33.35 (EES=0.82) (Figura 5). Esto indica que existe una latencia de aproximadamente 5 años entre cada grado (Figura 6). El grado máximo de la mayor parte de los investigadores fue el doctorado (n=68, 80.95%), 15 tenían maestría (17.86%) y uno tenía sólo licenciatura (1.19%). La mayor parte obtuvieron al menos uno de sus grados en el extranjero (64.1%, n=50), el 32.05% (n=25) obtuvieron sus grados en la República Mexicana y el 3.85% (n=3) en su lugar de nacimiento.

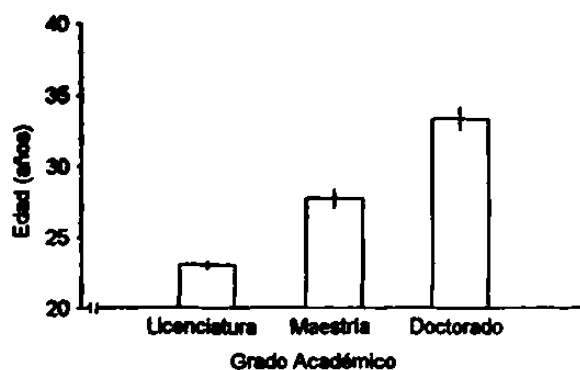


Figura 5. Edad promedio a la que los investigadores obtuvieron sus grados.

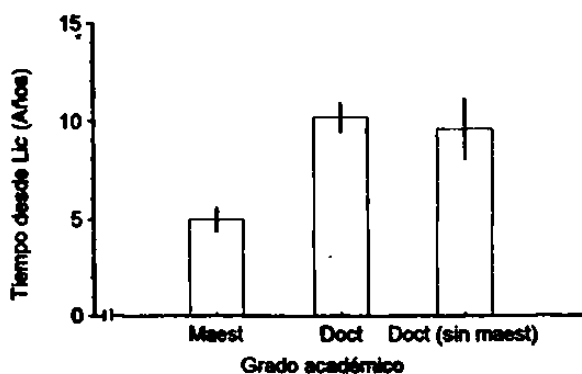


Figura 6. Tiempo que transcurre desde la Licenciatura (Lic) hasta la obtención del grado de Maestría (Maest), Doctorado después de cursar la Maestría (Doct), o Doctorado sin Maestría (Doct sin maest).

### Publicaciones

En el análisis de las publicaciones se incluyeron solamente artículos publicados en revistas, libros y capítulos de libros. Esto significó no tomar en cuenta: resúmenes en revistas, en memorias de congresos; ni informes técnicos dirigidos a la dependencia, a la institución o al organismo que proporcionó los fondos de apoyo para investigación (CONACYT, SEP, etc.).

La primera publicación apareció a los 27.76 (EES=0.64) años de edad, aproximadamente 5 años después de terminar la licenciatura. La cantidad total de publicaciones por investigador fue de 9.57 (EES=1.55), los trabajos en el extranjero fueron 4.86 (EES=0.93). El promedio anual de publicaciones por investigador fue de 1.04 (EES=0.11), de las cuales 0.56 (EES=0.07) aparecieron en revistas o libros extranjeros (Figura 7). Del total de publicaciones, el 54.35% aparecieron en inglés, el 41.63% en español y el 5.12% en francés o alemán. También con respecto al total, el 18.59% de los trabajos fueron firmados por el investigador como autor único; en el 38.89% apareció como primer autor, pero con colaboradores; y en el 42.42% de los trabajos el investigador apareció como colaborador. El asesor de tesis fue coautor en el 18.47% de los trabajos.

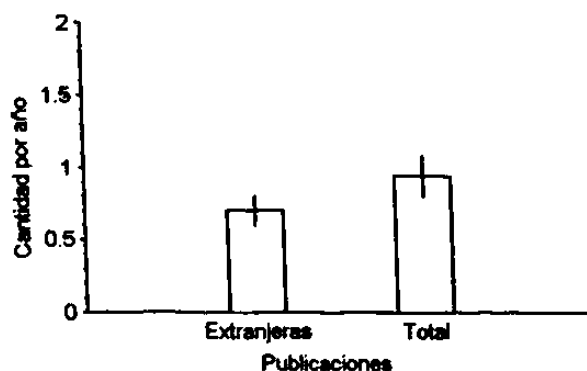


Figura 7. Promedio anual de publicaciones.

**Ponencias en congresos y docencia**

El total de ponencias en congresos por investigador fue de 30.66 (EES=3.74), la primera ponencia se presentó a los 27.84 (EES=0.64) años de edad, esto es, 5 (EES=0.57) años después de que terminaron su licenciatura. El promedio anual de ponencias por investigador fue de 3.11 (EES=0.29).

Los investigadores de la muestra empezaron a realizar funciones como docentes a los 24.35 (EES=0.61) años de edad, aproximadamente 1.32 (EES=0.64) años después de que terminaron su licenciatura.

Los datos que hemos revisado hasta aquí indican que la formación del investigador tiende a ser un proceso lento y con poca continuidad. Idealmente un egresado de licenciatura (de 23 años de edad) podría terminar su maestría en dos años y su doctorado en otros dos (cuatro en el extranjero), por lo que terminaría su doctorado en 4-6 años. En esas condiciones egresaría del doctorado a los 27-29 años de edad. Sin embargo, los investigadores de la muestra tardan en promedio el doble del tiempo (10 años) en terminar su doctorado, por lo que al egresar tienen cerca de 33 años de edad. Aproximadamente al terminar la licenciatura empiezan a trabajar como docentes, probablemente su participación en esta actividad retrase por algunos años su dedicación al posgrado y a la investigación. En estas condiciones su primera ponencia en un congreso y su primera publicación aparecen aproximadamente a los 28 años de edad. Su producción posterior alcanza alrededor de un trabajo por año, con una publicación en el extranjero cada dos años.

El 20% de los trabajos fueron firmados por el investigador como autor único, el resto (80%) de los trabajos fueron realizados en colaboración. Este dato indica la importancia del trabajo en equipo, ya sea con estudiantes auxiliares o en colaboración con otros investigadores. La influencia relativa del asesor puede evaluarse por medio del porcentaje de publicaciones en que aparece como coautor del investigador, que en la presente muestra es de cerca del 20%.

En resumen, existe un retraso importante en la obtención del doctorado y en el inicio de la producción científica. La tasa anual de publicación es baja. Todo esto indica que no existe un programa de formación de científicos. Los estudiantes están expuestos a una serie de condiciones que pueden alterar el curso de su formación. Seguir una carrera científica puede depender de los maestros con los que tuvo contacto, de la posibilidad de contar con los medios de sustento, ya sea una beca o un trabajo, de la motivación personal u otros. Gran parte de los investigadores tienen el grado de doctor y estudiaron en el extranjero, por lo que obtener una beca fue importante en su formación. El retraso en la formación podría deberse también a los trámites y requisitos que tuvieron que cubrir para obtener la beca.

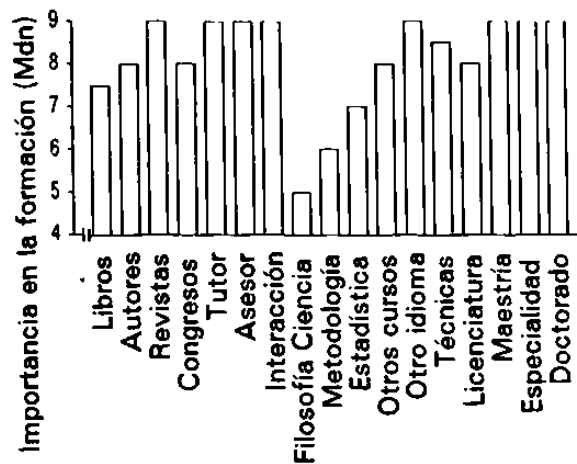
### **Escala de evaluación de la formación**

En la escala para evaluar la importancia de diversos factores sobre la formación (Figura 8), se encontró lo siguiente:

- a) Los investigadores dieron mayor calificación a: las revistas, el tutor, el asesor, la interacción con otros científicos, el manejo de otro idioma y los estudios de posgrado (maestría, especialidad, doctorado).
- b) Calificaron enseguida: los libros de texto, los autores de libros o artículos, los congresos, las técnicas de su campo, la licenciatura y otros cursos.
- c) Las escalas de menor calificación fueron: los cursos de filosofía de la ciencia, metodología y estadística.

Los tres niveles en que pueden agruparse las medianas de las calificaciones de los investigadores, concuerdan con el planteamiento de que el factor fundamental en la formación es la

interacción directa con los científicos. La mayor calificación corresponde a los aspectos más vinculados con la interacción. De esta manera, las calificaciones más altas fueron para factores como el doctorado, la interacción con otros científicos, el asesor etc; dieron menos calificación a factores como la licenciatura, los libros de texto; la menor calificación fue para los cursos de filosofía de la ciencia, metodología y estadística.



**Figura 8.** Mediana (Mdn) del grado de importancia de cada factor en su formación como científico. Se usó una escala de 1-9, donde 1=Ninguna importancia y 9=Máxima importancia.

La técnica de clasificación o agrupación (Clustering Method) proporcionó resultados similares a los que se obtuvieron por medio del análisis visual de las Medianas. De acuerdo con la técnica de clasificación, existen dos grupos de factores. En uno de ellos, se encuentran los cursos de filosofía

de la ciencia, metodología y estadística. En el otro, se encuentran los demás factores. Una subdivisión de este bloque en tres conjuntos nos dió la siguiente distribución:

#### Grupo 1

##### Subgrupo A

Revistas, asesor, tutor, interacción con otros científicos, otro idioma, maestría y doctorado.

##### Subgrupo B

Congresos, técnicas de su campo, licenciatura y especialidad.

##### Subgrupo C

Libros de texto, autores, otros cursos.

#### Grupo 2

Cursos de filosofía de la ciencia, metodología y estadística.

Los congresos implican un medio de intercambio de información entre los científicos. Sin embargo, ni la inspección visual de las Medianas, ni la técnica de clasificación (Clustering Method) colocan este factor entre los más relevantes. Algunos investigadores mencionaron al respecto que durante su etapa formativa inicial casi no tuvieron oportunidad de ir a congresos y que la utilidad de los mismos dependía de la calidad de los ponentes, de la calidad de los trabajos y de la organización del evento.

Además de calificar la importancia del manejo de otro idioma, los investigadores especificaron los idiomas relevantes en su formación. Los idiomas que se mencionaron con más frecuencia fueron: inglés (n=82, 97.62%), francés (n=24, 28.57%) y alemán (n=8, 9.52%).



## **Preguntas abiertas**

### **Factores fundamentales en la formación**

Gran parte de los investigadores tienden a vincular su inicio como científico a los grados académicos, especialmente con la licenciatura (Figura 9). Aproximadamente la mitad de los investigadores afirman que su primer trabajo científico fue la tesis de alguno de sus grados, mientras que la otra mitad afirma que fue otro trabajo (Figura 10). Su mejor trabajo científico se vincula, en algunos casos, con la tesis de maestría o doctorado, pero en muchos casos con un trabajo posterior al doctorado (Figura 11).

La Tabla 1 contiene las frecuencias y porcentajes por cada categoría de respuesta, con respecto a los factores fundamentales en su formación como científico. Las categorías que aparecen en esta tabla son excluyentes, por lo que la suma de las frecuencias constituye el total de la muestra (n=84). Además, cada categoría es el resultado de combinar las respuestas básicas (actividades de investigación, maestro, personal, trabajo en equipo), esto permite observar las asociaciones entre respuestas. Para determinar el total de investigadores que mencionaron cada respuesta, es necesario sumar las frecuencias de las categorías donde aparece esa respuesta, tanto de forma separada como combinada (esos totales se presentan en la Figura 12). Los elementos o factores que el investigador designó como fundamentales en su formación, fueron: su participación en actividades de investigación, uno o varios maestros (entre ellos el asesor) y algunos aspectos personales como la curiosidad y la motivación. Mencionaron, por ejemplo:

"La sed de entender las cosas más profundamente impulsa a verlas de otra manera" (clave del investigador i65: pregunta p7).

"La vocación personal se refuerza cuando se entra a un medio ambiente propicio" (i50:p7).

"Hacer su actividad con pasión..." (i27:p7).

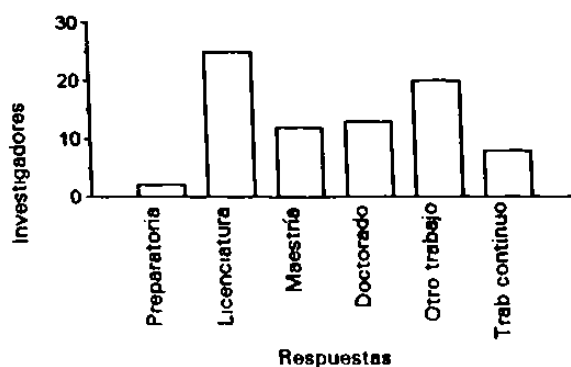
"Aceptar el reto de aprender las reglas y practicarlas: trabajar duro, usar la metodología, el marco teórico, etc." (i13:p7).

"El tener una buena guía y asesores es determinante" (i48:p7).

"Depende del asesor que tengas, así serás" (i60:p7).

"Los maestros que más influyeron fueron aquellos que me permitieron disentir y discutir sus aseveraciones" (i32:p7).

"El contacto con otros investigadores me permitió tener otra visión de las cosas, ser más atrevido al plantear un problema" (i32:p7).



**Figura 9.** Respuestas a la pregunta: ¿A partir de qué momento se considera científico?

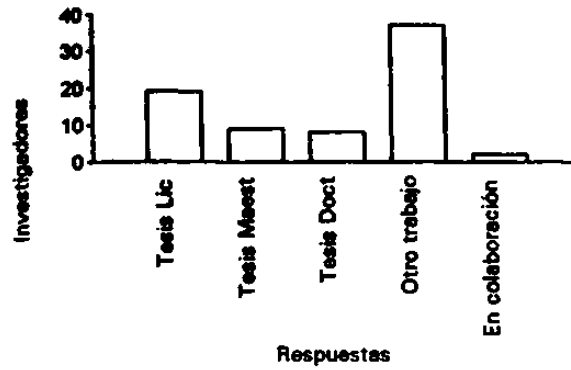


Figura 10. Respuestas a la pregunta: ¿Con qué trabajo inicia su producción científica?

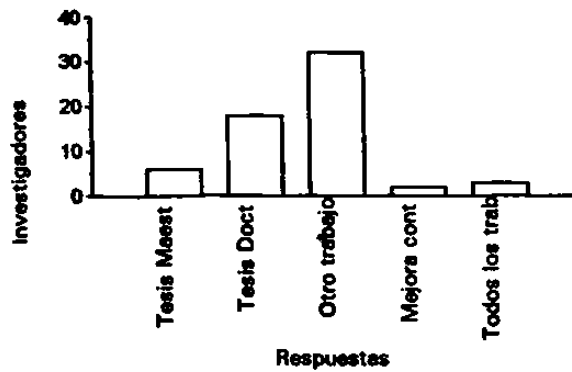
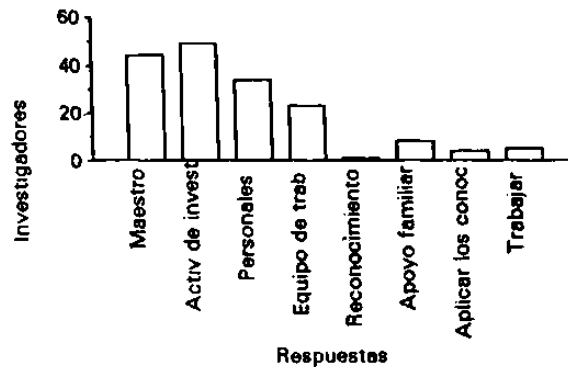


Figura 11. Respuestas a la pregunta: ¿Cuál considera su mejor trabajo científico?

**Tabla 1.** Respuestas a la pregunta: ¿Qué elementos o factores fueron más importantes en su formación como científico?

Categoría	f	%
Actividades de Investigación	13	15.48
Maestro	7	8.33
Personal	10	11.91
Trabajo en equipo	1	1.19
Act. de investigación, Maestro	8	9.53
Act. de investigación, Personal	2	2.38
Act. de investigación, Trabajo en equipo	6	7.14
Act. de investigación, Maestro, Personal	11	13.10
Act. de investigación, Maestro, Trabajo en equipo	5	5.95
Act. de investigación, Personal, Trabajo en equipo	1	1.19
Act. de investigación, Maestro, Personal, Trabajo en equipo	2	2.38
Maestro, Personal	5	5.95
Maestro, Trabajo en equipo	4	4.76
Maestro, Personal, Trabajo en equipo	2	2.38
Personal, Trabajo en equipo	2	2.38
Otros	5	5.95
No clasificable	0	0.00
Total	84	100.00



**Figura 12.** Respuestas a la pregunta: ¿Qué elementos o factores fueron más importantes en su formación como científico?

Los investigadores mencionaron tres elementos o factores como fundamentales para formar nuevos científicos: los maestros o asesores, las actividades de investigación y la infraestructura (equipo, material, condiciones de trabajo) (Tabla 2, Figura 13). Enseguida se presentan algunas respuestas de los científicos.

"Que el asesor ayude a sus discípulos" (i25:p8).

"El estudiante aprende a ser investigador observando un modelo" (i11:p8).

"Que los estudiantes estén involucrados en un proyecto de investigación asesorado por el responsable" (i52:p8).

"Que el estudiante realice experimentación, con mucha asesoría al principio y después que sea él quien proponga cosas nuevas" (i17:p8).

"Cambiar la didáctica, en lugar de enseñar los resultados de la ciencia, enseñar el proceso de hacer ciencia" (i55:p8).

"Que la investigación no se considere un lujo, sino una necesidad" (i75:p8).

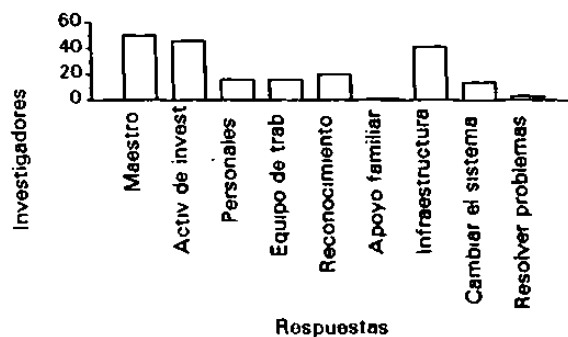
"Proporcionar al científico los recursos que requiera, en vez de que se dediquen a labores administrativas" (i67:p8).

"Trataría de buscar un cuerpo especializado para adquirir fondos para investigación, que no sea el científico, sino el administrador" (i51:p8).

"Dar incentivos verdaderos, no sólo premios, como fondos para la investigación, que motiven a trabajar mejor" (i51:p8).

**Tabla 2.** Respuestas a la pregunta: ¿Qué tipos de actividades o experiencias son importantes para formar científicos?

Categoría	f	%
Maestro	6	7.14
Actividades de investigación	8	9.53
Infraestructura	11	13.10
Reconocimiento	2	2.38
Maestro, Act. de investigación	18	21.43
Maestro, Infraestructura	7	8.33
Maestro, Reconocimiento	3	3.57
Maestro, Act. de investigación, Infraestructura	9	10.72
Maestro, Act. de investigación, Reconocimiento	2	2.38
Maestro, Infraestructura, Reconocimiento	3	3.57
Maestro, Act. de investigación, Infraestructura, Reconocimiento	1	1.19
Act. de investigación, Infraestructura	4	4.76
Act. de investigación, Reconocimiento	3	3.57
Act. de investigación, Infraestructura, Reconocimiento	1	1.19
Infraestructura, Reconocimiento	4	4.76
Otros	1	1.19
No clasificable	1	1.19
Total	84	100.00



**Figura 13.** Respuestas a la pregunta: ¿Qué elementos o factores son importantes para formar científicos?

Durante las entrevistas, los investigadores se refirieron a su formación como un proceso continuo con dos etapas fundamentales. La primera etapa (etapa de formación inicial) implica la curiosidad y la motivación del estudiante por dedicarse a la ciencia, aspectos reforzados por dos elementos clave: los maestros o asesores y la actividad de investigación. Esa primera etapa se describió como una curva de ascenso rápido desde la licenciatura hasta el doctorado. La segunda etapa (etapa de formación continua) se describió como una formación posterior lenta, asintótica, que se prolonga durante toda la vida activa del científico. Algunos investigadores afirmaron que no se consideraban todavía científicos (n=14, 16.67%). A continuación veremos algunos ejemplos de esta forma de concebir su formación.

"Es por etapas. La primera es la curiosidad por saber algo. La segunda es cuando uno piensa científicamente, cuando uno se pregunta cómo sé que algo es cierto. La tercera es cuando uno hace investigación" (i16:p1).

"Es un proceso de madurez" (i19:p1).

"Nunca termina uno su formación" (i40:p1).

"Durante el doctorado uno es aprendiz de investigador, con el transcurso del tiempo se va adquiriendo madurez" (i7:p1)

"La formación empieza en la infancia, con la curiosidad por conocer. En la escuela uno sigue haciendo preguntas. En la licenciatura, maestría y doctorado uno va aprendiendo a hacer ciencia y a publicar. Después uno sigue investigando y aprendiendo" (i47: comentario al final de la entrevista).

"Al pasar los años se van teniendo épocas. Es difícil precisar. Cada trabajo fue importante en su época" (i31:p2).

102112219

"No me considero científico..." (i75:p1).

"No soy científico, aunque contribuyo a la ciencia" (i3.p1).

### **Problemas durante la formación**

Los científicos afirmaron que los principales problemas que tuvieron durante su formación fueron: la falta de infraestructura (equipo, material, condiciones de trabajo), una preparación deficiente en los niveles educativos previos, así como la falta de apoyo para el investigador y para la realización del trabajo científico (Tabla 3, Figura 14). Enseguida se encuentran algunos ejemplos.

"No hay una política clara en el país, en la cual se diga que la ciencia es prioritaria para el desarrollo. La ciencia cuesta, pero puede repercutir en una mejor manera de vivir. Mientras no se conozca esta actividad, no se verán los beneficios de la misma" (i19:p9).

"... poca valoración del científico por parte del gobierno" (i18:p9).

"En México no se tiene una tradición científica" (i19:p9).

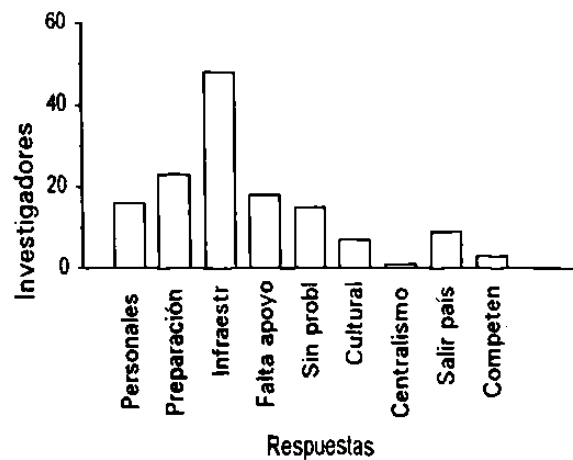
"La universidad no apoya al investigador. Es un problema ya que, aparte de la propia investigación, el científico tiene que conseguir los recursos, administrarlos, conseguir el equipo y material con los proveedores, etc." (i17:p9).

"El investigador se pasa el 40-60% de su tiempo consiguiendo el subsidio. Con esta situación se nos está destinando a hacer ciencia aplicada, ya que no hay recursos para hacer ciencia básica" (i17:p9).



**Tabla 3.** Respuestas a la pregunta: ¿Cuáles fueron los principales problemas en su formación como científico?

Categoría	f	%
Infraestructura	29	34.52
Preparación	16	19.05
Falta de apoyo	4	4.76
Infraestructura, Preparación	5	5.95
Infraestructura, Falta de apoyo	11	13.10
Infraestructura, Preparación, Falta de apoyo	2	2.38
Preparación, Falta de apoyo	1	1.19
Otros	16	19.05
No clasificable	0	0.00
Total	84	100.00



**Figura 14.** Respuestas a la pregunta: ¿Cuáles fueron los principales problemas en su formación como científico?

En cuanto a los problemas que enfrentan actualmente, los científicos señalaron la falta de recursos materiales y equipo, así como la falta de apoyo para realizar investigación (Tabla 4, Figura 15). Algunas de sus respuestas fueron las siguientes:

"Cuando no se tiene financiamiento se tienen dos opciones: seguir con las carencias o dejar el trabajo" (i29:p11).

"En los países subdesarrollados los científicos están inmersos en ambientes tergiversados, mezclados con política. En muchas ocasiones no se puede usar el método científico para conseguir la verdad" (i13:p11).

"La burocracia hace que la persona se aleje de la investigación y realice trabajo de escritorio" (i77:p11).

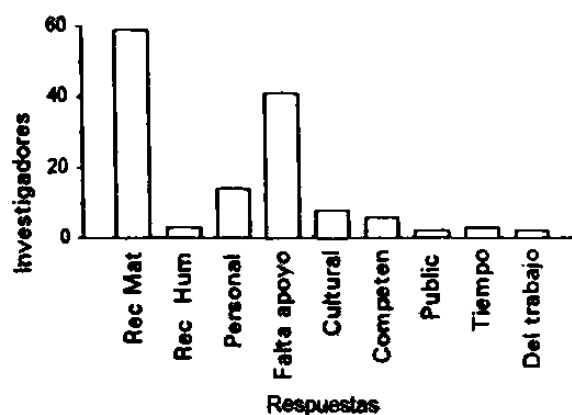
"La universidad no apoya la investigación" (i2:p11).

"En México, hacer investigación es una carrera de obstáculos" (i75:p9).

"El científico necesita estar bien pagado, para que pueda dedicarse a su trabajo" (i12:p11).

**Tabla 4.** Respuestas a la pregunta: ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta en su trabajo como científico?

Categoría	f	%
Recursos Materiales	32	38.10
Falta de apoyo	14	16.67
Recursos materiales, Falta de apoyo	27	32.14
Otros	9	10.71
No clasificable	2	2.38
Total	84	100.00



**Figura 15.** Respuestas a la pregunta: ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta en su trabajo como científico?

Los que realizaron sus estudios de posgrado en el extranjero tuvieron excelentes condiciones de trabajo, tanto en infraestructura, como en el apoyo para la investigación. Lo que falló fue la beca. A veces se retrasaba por meses, lo que no permitía al estudiante concentrarse en su formación. Algunos se endeudaron, consiguieron un trabajo extra de tiempo parcial o recibieron apoyo económico por parte de su asesor. Otros investigadores mencionaron que estudiar en el extranjero implicó sentimientos de soledad, nostalgia y un choque cultural. Esto desencadenó una crisis de ansiedad o depresión durante los primeros meses fuera de su país de origen. No obstante, afirmaron que pudieron superar esa dificultad y que esa experiencia contribuyó también a su formación. Además, ir a un país en desarrollo les permitió estar en contacto con ciencia de alto nivel.

Después de trabajar en condiciones óptimas en el extranjero, los egresados del doctorado regresaron a México y enfrentaron una serie de problemas:

- a) No encontraron disponible un puesto de investigador. Su puesto es más bien de docente, por lo que ahora tienen que realizar ciencia durante el tiempo que queda después de impartir clases, calificar exámenes, dar asesoría a los alumnos, etc. La investigación pasa a ser una actividad secundaria y separada de la docencia.
  
- b) La universidad no cuenta con la infraestructura necesaria para el desarrollo de la ciencia. La estructura misma de la universidad (sus edificios, la distribución de sus recursos, el personal, su organización administrativa, sus materiales, etc.) está diseñada para la docencia, no para la investigación. Se programan recursos para la transmisión del conocimiento, pero no para la generación del mismo.  
Realizar ciencia sin una infraestructura mínima es una tarea difícil e implica destinar una gran parte del tiempo en: conseguir recursos, adaptar o modificar instalaciones, preparar el personal técnico de apoyo, conseguir la bibliografía actualizada, los materiales, el equipo, construir el equipo o los dispositivos que no se pueden conseguir por falta de recursos, etc.
  
- c) Las instituciones que apoyan la investigación en el país, como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), tienen pocos recursos. El investigador a veces recibe apoyo, pero no siempre se aprueban sus proyectos. Los investigadores, por lo tanto, no pueden contar con un apoyo externo a la Universidad que les permita desarrollar un programa de investigación sólido, a largo plazo. Un problema agregado es que los proyectos tardan en aprobarse de 6-12 meses. La asignación de recursos también tarda, por lo que los fondos llegan al investigador 6-12 meses después

de que se aprobó el proyecto. Esto significa que el científico recibe los recursos que solicitó 1-2 años después de presentar su proyecto.

Después de un retraso de esa magnitud, es frecuente que el trabajo ya se haya realizado con los recursos disponibles, que el trabajo sea extemporáneo (fue realizado por otro grupo de investigación que cuenta con los recursos necesarios), que el investigador esté trabajando en un proyecto diferente, o que los recursos otorgados para el proyecto resulten insuficientes por diversos motivos, como la inflación económica.

Obtener recursos externos a la Universidad significa un consumo de tiempo enorme, ya que se tienen que preparar los proyectos, los presupuestos de los mismos, luego comprar el equipo y los materiales, presentar informes periódicos, etc.

Los investigadores que estudiaron su posgrado en nuestro país estuvieron expuestos a las condiciones descritas desde el inicio de su formación.

Solamente algunos investigadores han logrado consolidar departamentos con líneas de investigación y grupos de trabajo, con recursos de la Universidad y de instituciones u organismos nacionales o internacionales. Generalmente en ellos se cumple el efecto Mateo: los que más tienen, reciben más.

### **Evaluación de la actividad científica**

Con el propósito de estudiar con más detalle la actitud de los científicos, se analizaron sus criterios para evaluarse a sí mismos y a su propio trabajo. Cuando se les preguntó qué requisitos debe cubrir una persona para ser considerada investigador científico, la mayoría propuso características de tipo personal (Tabla 5, Figura 16), tales como: curiosidad, motivación, capacidad para observar, analizar, sintetizar, verificar, buscar cosas nuevas, ser escéptico, sistemático, dedicado, constante, persistente, disciplinado, autodidacta, autocrítico, tener resistencia a la crítica y al fracaso.

Posteriormente, se les repitió la pregunta, pero se les pidió señalar la importancia relativa de los siguientes requisitos: teóricos, técnicos, metodológicos, filosóficos, personales, sociales, éticos (Tabla 6, Figura 17). En estas condiciones, los científicos consideraron importantes casi todos los requisitos, pero los aspectos personales siguieron ocupando un lugar predominante. Enseguida se presentan algunas de las respuestas que proporcionaron los investigadores.

"Debe ser trabajador, tenaz, observador, tolerante ante la crítica" (i60:p4).

"Debe tener antecedentes adecuados, teóricos y metodológicos. Disciplina, trabajar en forma sistemática" (i2:p4).

"Ser científico implica ser humilde, tener curiosidad" (i15:p4).

"Capacidad de observar las cosas, pero también de hacer cosas" (i39:p4).

"Los científicos ven problemas donde se dice que no hay" (i56:p4).

"El cultivo de la verdad se debe dar desde la niñez" (i56:p4).

"Se requiere de una personalidad luchadora, que busque respuestas, que tenga disciplina y orden" (i76:p4).

"El científico propone una hipótesis y tiene que conformarse con el resultado, no modificarlo, sino seguir buscando" (i36:p4).

"El científico es una persona que puede someter sus descos al método científico" (i24.p4).

"Para ser considerado un buen científico debe haber un equilibrio entre los factores personales y las demandas sociales. Las presiones por publicar han llevado a algunos investigadores a publicar cosas erróneas. A futuro quién sabe cuanto valgan esas aportaciones" (i24:p4).

**Tabla 5.** Respuestas a la pregunta: ¿Qué requisitos debe cubrir una persona para ser considerada investigador científico?

Categoría	f	%
Personal	24	28.57
Metodológicos	5	5.95
Teóricos	2	2.38
Personal, Metodológicos	11	13.10
Personal, Teóricos	9	10.71
Personal, Metodológicos, Teóricos	10	11.91
Metodológicos, Teóricos	2	2.38
Otros	16	19.05
No clasificable	5	5.95
Total	84	100.00

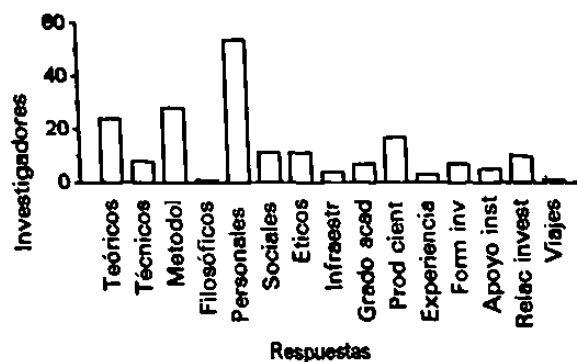
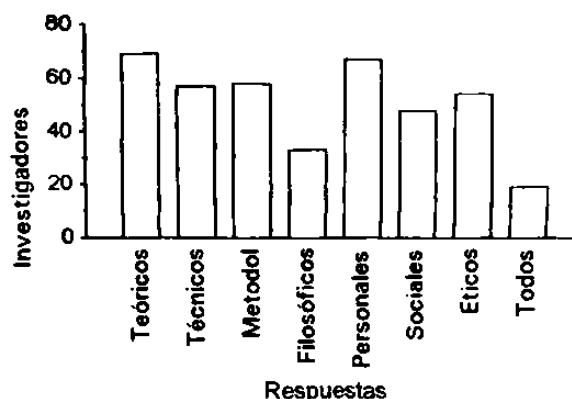


Figura 16. Respuestas a la pregunta: ¿Qué requisitos debe cubrir una persona para ser considerada investigador científico? Pregunta abierta.

Tabla 6. Respuestas a la pregunta: ¿Qué requisitos debe cubrir una persona para ser considerada investigador científico? Se proporcionaron las opciones.

Categoría	f	%
1 de 7	2	2.38
2 de 7	7	8.33
3 de 7	6	7.14
4 de 7	8	9.52
5 de 7	17	20.24
6 de 7	12	14.29
7 de 7	30	35.72
No clasificable	2	2.38
Total	84	100.00





**Figura 17.** Respuestas a la pregunta: ¿Qué requisitos debe cubrir una persona para ser considerada investigador científico? Se proporcionaron al investigador las categorías de respuesta.

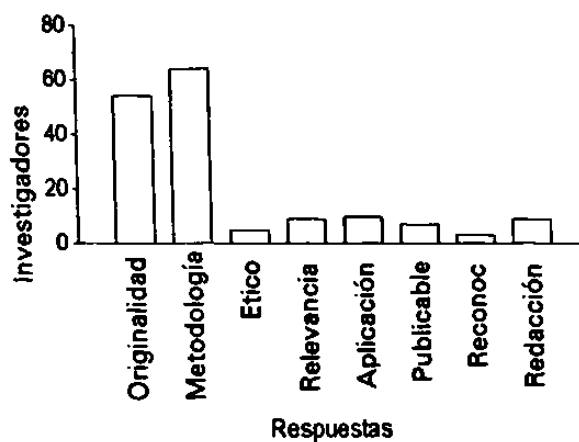
Los principales criterios de los investigadores para evaluar un trabajo fueron la originalidad y la metodología (Tabla 7, Figura 18). La originalidad implica que el trabajo aporte un conocimiento nuevo, ya sean nuevos problemas, hipótesis, teorías, datos, métodos o técnicas. La metodología se refiere al conjunto de acciones que conducen a la solución de un problema teórico, experimental o del campo aplicado. Tales acciones son:

- a) El trabajo debe tener un planteamiento adecuado del problema.
- b) Debe además tener objetivos o hipótesis claras.
- c) El método y las técnicas deben ser apropiadas al problema
- d) El análisis de los resultados debe ser preciso.
- e) Las conclusiones deben estar de acuerdo con el problema, el método y los resultados del trabajo.

- f) En la discusión debe señalarse la importancia de los resultados que se obtuvieron.

**Tabla 7.** Respuestas a la pregunta: ¿Qué requisitos debe cubrir una obra (un trabajo, un artículo) para que tenga calidad científica?

Categoría	f	%
Metodología	28	33.33
Originalidad	18	21.43
Metodología, Originalidad	34	40.48
No clasificable	4	4.76
Total	84	100.00



**Figura 18.** Respuestas a la pregunta: ¿Qué requisitos debe cubrir una obra (un trabajo, un artículo) para que tenga calidad científica?

Los científicos evaluaron la calidad de un congreso por medio de tres elementos (Tabla 8, Figura 19).

- a) **La calidad del evento.** Debe tener organización adecuada, lo cual incluye: el arbitraje, esto es, una selección rigurosa, por medio de un grupo de expertos, de los trabajos que se presentan en el congreso.

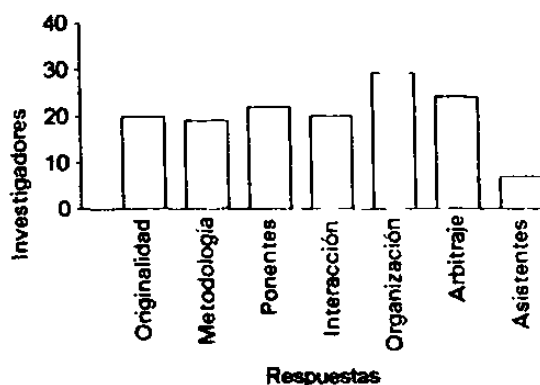
Ese proceso de selección debe ser similar al que utilizan las revistas especializadas internacionales. La organización adecuada incluye también las condiciones óptimas para la interacción entre los científicos.

- b) **La calidad de los ponentes.** Los ponentes deben tener reconocimiento a nivel internacional, ser líderes en su campo de conocimiento, haber publicado en las mejores revistas especializadas de su área.

- c) **La calidad del trabajo.** Las ponencias en congresos se evalúan de forma similar a los trabajos publicados: deben ser originales y usar una metodología apropiada al problema de investigación.

**Tabla 8.** Respuestas a la pregunta: ¿Qué requisitos debe cubrir un congreso para que tenga calidad científica?

Categoría	f	%
Organización	11	13.10
Comunicación	10	11.91
Metodología	9	10.72
Calidad del trabajo	8	9.52
Originalidad	2	2.38
Organización, Comunicación	1	1.19
Organización, Metodología	1	1.19
Organización, Calidad del trabajo	6	7.14
Organización, Originalidad	3	3.57
Organización, Comunicación, Metodología	1	1.19
Organización, Comunicación, Originalidad	2	2.38
Organización, Calidad del trabajo, Originalidad	2	2.38
Comunicación, Metodología	1	1.19
Comunicación, Calidad del trabajo	1	1.19
Comunicación, Originalidad	3	3.57
Comunicación, Metodología, Originalidad	1	1.19
Comunicación, Calidad del trabajo, Originalidad	1	1.19
Metodología, Calidad del trabajo	2	2.38
Metodología, Originalidad	4	4.76
Metodología, Calidad del trabajo, Originalidad	1	1.19
Calidad del trabajo, Originalidad	3	3.57
Otros	10	11.91
No clasificable	1	1.19
Total	84	100.00



**Figura 19.** Respuestas a la pregunta: ¿Qué requisitos debe cubrir un congreso para que tenga calidad científica?

En cuanto a la forma en que los científicos evalúan los beneficios que obtienen de su actividad, se encontró que las recompensas fundamentales son de tipo personal (Tabla 9, Figura 20). Aquí se incluyen los siguientes aspectos: satisfacción por realizar un trabajo que les gusta, por descubrir, por generar conocimiento, por mantenerse activos y en preparación constante, por alcanzar las metas propuestas. Se presentan enseguida algunos ejemplos de esas respuestas.

"Satisfacción de entender algunas cosas" (i7:p10).

"Sentir que estás contribuyendo al conocimiento universal se convierte en diversión, en pasión" (i12:p10).

"Placer intelectual de poder aplicar los métodos y el razonamiento adecuados para resolver un problema" (i23:p10)

"Tener la oportunidad de trabajar con personas que son expertos en su área" (i49:p10).

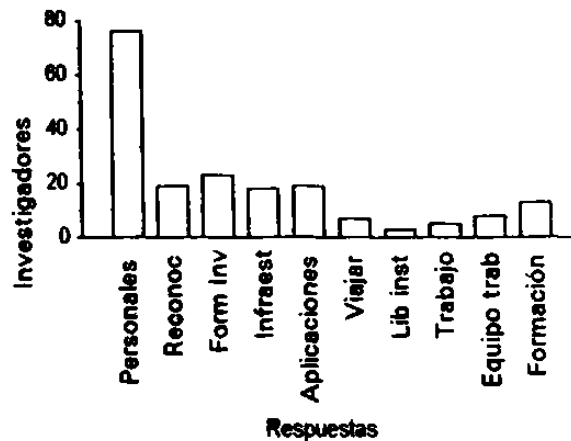
"Satisfacción al trabajar en lo que me gusta. Se obtiene reconocimiento social" (i29:p10).

"Libertad en el horario, en la organización del trabajo" (i23:p10).

"La satisfacción de ver a mis alumnos formados es algo que no se puede cuantificar" (i33:p10).

**Tabla 9.** Respuestas a la pregunta: ¿Qué beneficios se obtienen al trabajar como científico?

Categoría	f	%
Personal	31	36.91
Contribución	1	1.19
Infraestructura	1	1.19
Reconocimiento social	1	1.19
Formación de investigadores	0	0.00
2 de las primeras 5 (Personal, Contribución, Infraestructura, Reconocimiento social, Formación de investigadores)	28	33.33
3 de las primeras 5	17	20.24
4 de las primeras 5	2	2.38
Las primeras 5	1	1.19
Otros	2	2.38
No clasificable	0	0.00
Total	84	100.00



**Figura 20.** Respuestas a la pregunta: ¿Qué beneficios se obtienen al trabajar como científico?

Durante la entrevista se observó que los investigadores parecen estar profundamente involucrados con su trabajo. A manera de ejemplo podemos señalar que en sus oficinas o laboratorios están rodeados de dos elementos básicos: instrumentos de trabajo y muestras de reconocimiento.

Los principales instrumentos de trabajo que tenían a su alcance eran:

- a) Biblioteca personal (libros, revistas, copias de artículos, etc.).
- b) Trabajos en proceso, pendientes y correspondencia.
- c) Equipo (aparatos, materiales, reactivos, etc.).
- d) Computadoras y equipo periférico (monitor, impresora, etc.).

Las muestras de reconocimiento que se observaron fueron: cuadros con sus títulos, grados, premios, constancias de ponencias en congresos, etc. La mayor parte de los investigadores hablaron con gran entusiasmo de su trabajo, tanto

de lo realizado hasta el momento, como de sus proyectos. Además, se observó una tendencia a la búsqueda de reconocimiento, de apoyos, estímulos y recompensas por su trabajo.

## Relaciones entre las variables

### Sexo

Las mujeres otorgaron mayor importancia a los autores de libros o revistas, así como a sus estudios de maestría. Además, las mujeres presentaron su primera ponencia en un congreso a menor edad y publicaron menos trabajos en colaboración con su asesor, en comparación con los hombres (Tabla 10).

**Tabla 10.** Análisis de las variables por sexo.

Variables	Sexo		U
	Mujeres	Hombres	
Calificación que otorgaron a:			
Autores de libros de texto	8.11 (0.38)	7.05 (0.30)	414.00 *
Sus estudios de maestría	8.93 (0.07)	7.89 (0.23)	201.00 *
Edad (años) al presentar su primera ponencia en un congreso	25.58 (0.92)	28.63 (0.77)	236.50 **
Publicaciones con su asesor	0.31 (0.31)	1.23 (0.32)	235.00 *

Los valores son promedio (error estándar)

U = Prueba U de Mann - Whitney

\* p < 0.05

\*\* p < 0.01



### **Dependencia de la Universidad**

Los investigadores que trabajaban en Biología y Medicina fueron los de mayor edad, presentaron más trabajos en congresos, publicaron más, tanto en español como en inglés y en gran parte de sus publicaciones aparecieron como colaboradores. Los investigadores de la Facultad de Ingeniería dieron menor importancia a los cursos de filosofía de la ciencia, metodología y estadística (Tabla 11).

### **Categoría dentro del SNI**

Los investigadores nivel 1 y nivel 2 tenían mayor edad y publicaron su mejor trabajo a una edad mayor que los candidatos. Los investigadores nivel 2 otorgaron importancia considerable en su formación a los cursos de filosofía de la ciencia, metodología de la ciencia y estadística, los candidatos consideraron estos cursos menos importantes, pero los investigadores nivel 1 fueron los que menor importancia les otorgaron. Se observó una relación directa entre la categoría en el SNI y la cantidad de: ponencias en congresos, trabajos publicados en español, en inglés; y en la frecuencia con que aparecían como autor único, primer autor o colaborador (Tabla 12).

### **Tasa de publicación**

Con el propósito de analizar las características de los investigadores que publican con mayor frecuencia se seleccionó un subgrupo de seis investigadores, que reunieron los siguientes criterios: tuvieron la más alta tasa de publicación promedio anual, tanto en español como en otros idiomas y publicaron de forma aproximadamente continua durante los últimos 5 años (Figura 21). En este subgrupo quedaron tres investigadores nivel 1 y tres nivel 2; cinco hombres y una mujer.

Este subgrupo se comparó con el resto de los investigadores. Los de más alta tasa de publicación tenían mayor edad (Figura 22), otorgaron más importancia a los cursos de filosofía de la ciencia y presentaron mayor número de

ponencias en congresos. La mayor parte de sus publicaciones fueron trabajos en colaboración (Tabla 13).

En las gráficas de publicación anual individual de los investigadores con más alta tasa de publicación se observó una producción irregular (Figuras 23, 24, 25, 26, 27, 28). Algunos años publicaron un solo trabajo, pero otros publicaron hasta cinco o más trabajos. La producción se interrumpió una o varias veces hasta por dos años seguidos.

Los resultados anteriores indican que existe una relación entre edad, categoría dentro del SNI, tasa de publicación y trabajos publicados en colaboración. Esto significa que los investigadores nivel 2 en el SNI y los de mayor edad publican más, además gran parte de sus trabajos aparecen firmados por varios autores.

Los investigadores de mayor edad (de nivel 2 en el SNI) concedieron más importancia en su formación a los cursos de filosofía de la ciencia, metodología y estadística. Es posible que esa generación de científicos haya estado expuesta a la influencia de maestros o ambientes que daban relevancia a esos cursos. Otra posibilidad es que los científicos de mayor edad dediquen una parte de su tiempo a la reflexión o la síntesis, y por lo tanto, a la filosofía y la metodología.

Tabla 11. Análisis de las variables por dependencia de la Universidad.

Variables	Dependencia				N	H
	Ingeniería	Forestal	Biología	Medicina		
Edad (años)	36.25 (2.05)	34.14 (0.86)	38.03 (1.26)	43.00 (2.23)	67	11.03 *
Calificación que otorgaron a los cursos de:						
Filosofía de la ciencia	3.17 (0.68)	5.56 (0.53)	5.86 (0.48)	4.41 (0.74)	64	9.11 *
Metodología de la ciencia	3.75 (0.88)	5.71 (0.68)	6.97 (0.44)	5.90 (0.60)	66	10.53 *
Estadística	4.33 (0.86)	6.40 (0.78)	7.36 (0.41)	5.10 (0.61)	66	14.89 ***
Total de trabajos en congresos	14.44 (5.58)	11.75 (2.25)	30.04 (4.53)	52.30 (10.97)	52	12.78 **
Publicaciones:						
En español	0.83 (0.40)	0.33 (0.21)	4.70 (1.19)	5.70 (1.30)	56	10.87 *
En inglés	2.00 (1.08)	1.50 (0.62)	5.27 (2.10)	7.05 (1.70)	56	9.90 *
Como colaborador	0.50 (0.34)	0.83 (0.31)	4.57 (1.77)	8.41 (1.87)	52	18.59 ***
Total	2.83 (1.30)	2.33 (0.56)	10.23 (3.10)	13.59 (2.53)	55	15.55 *
Promedio anual de publicaciones por investigador	0.32 (0.12)	0.34 (0.10)	1.00 (0.19)	1.22 (0.27)	50	10.03 *

Los valores son: promedio (error estándar)

H = Prueba Kruskal - Wallis

\* p < 0.05

\*\* p < 0.01

\*\*\* p < 0.001

**Tabla 12. Análisis de las variables por categoría dentro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).**

Variables	Categoría dentro del SNI			
	Candidatos	Nivel 1	Nivel 2	N H
Edad (años)	31.85 (0.46)	43.72 (1.24)	49.83 (3.98)	84 52.54 ***
Edad en que publica su mejor trabajo (años)	34.02 (0.46)	39.98 (1.18)	39.87 (8.09)	54 26.62 ***
Calificación que otorgaron a los cursos de:				
Filosofía de la ciencia	5.27 (0.41)	3.58 (0.45)	7.00 (0.58)	78 9.98 **
Metodología de la ciencia	6.31 (0.38)	4.91 (0.47)	7.40 (0.40)	82 6.64 *
Estadísticas	7.07 (0.33)	4.88 (0.47)	7.75 (0.48)	81 13.39 **
Total de trabajos en congresos	18.03 (1.96)	44.32 (8.89)	52.00 (32.47)	64 16.47 ***
Publicaciones:				
En español	1.82 (0.46)	5.80 (1.17)	15.50 (6.46)	69 12.13 **
En inglés	1.76 (0.26)	5.13 (0.79)	17.87 (8.90)	70 15.39 ***
Como autor único	0.41 (0.16)	2.46 (0.91)	9.00 (5.63)	67 11.13 **
Como primer autor, con colaboradores	1.83 (0.36)	3.79 (0.82)	11.17 (3.92)	68 11.03 **
Como colaborador	1.72 (0.37)	4.96 (0.99)	13.33 (7.32)	69 7.04 **
Total	3.76 (0.57)	11.13 (1.87)	33.67 (11.90)	69 18.32 ***
Promedio anual de publicaciones por investigador	0.66 (0.14)	0.85 (0.18)	2.61 (0.83)	62 8.26 *

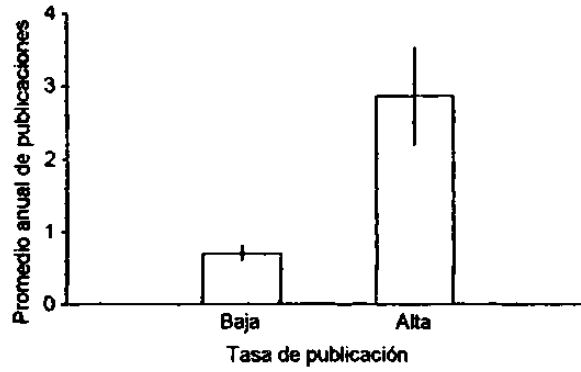
Los valores son: promedio (error estándar)

H = Prueba Kruskal - Wallis

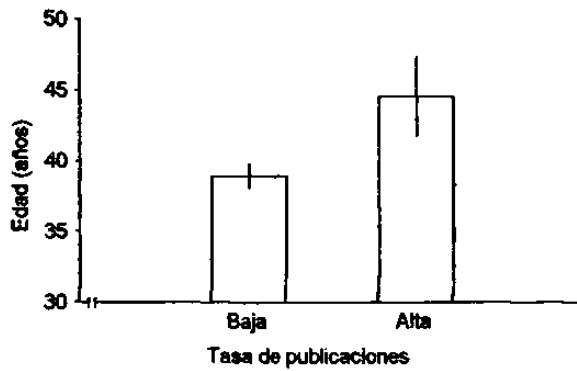
\* p < 0.05

\*\* p < 0.01

\*\*\* p < 0.001



**Figura 21.** Grupos de investigadores por tasa de publicación. El grupo de tasa alta incluye 6 investigadores, el resto (N=78) quedan en el grupo de tasa baja.



**Figura 22.** Edad de los investigadores por tasa de publicación.

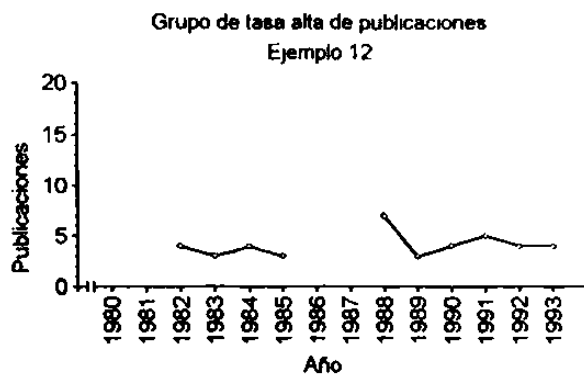
**Tabla 13. Análisis de las variables por tasa de publicación.**

Variables	Tasa de publicación		U	
	Baja	Alta		
Edad (años)	38.91 (0.90)	44.50 (2.79)	107.00	*
Calificación que otorgaron a los cursos de filosofía de la ciencia	4.42 (0.32)	7.00 (0.84)	82.00	*
Total de ponencias	27.17 (3.17)	71.80 (25.63)	63.50	*
Publicaciones:				
En español	4.03 (0.89)	11.17 (3.23)	64.00	***
En inglés	2.97 (0.38)	22.17 (7.26)	6.00	***
Como primer autor, con colaboradores	2.56 (0.43)	13.80 (4.02)	17.00	***
Como colaborador	2.79 (0.45)	20.80 (6.83)	23.00	**
Total	7.32 (1.06)	33.17 (10.31)	29.00	***
Promedio anual de publicaciones por investigador	0.70 (0.10)	2.86 (0.66)	43.00	***

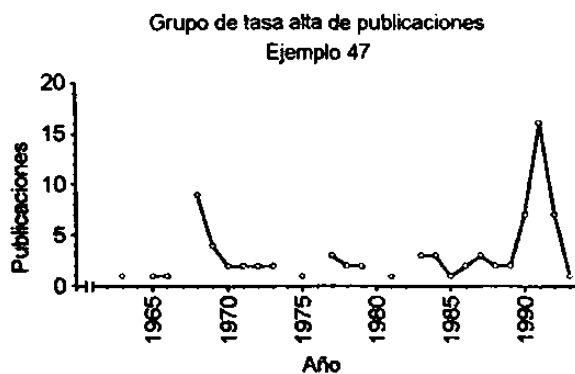
Los valores son: promedio (error estándar)

U = Prueba U de Mann - Whitney

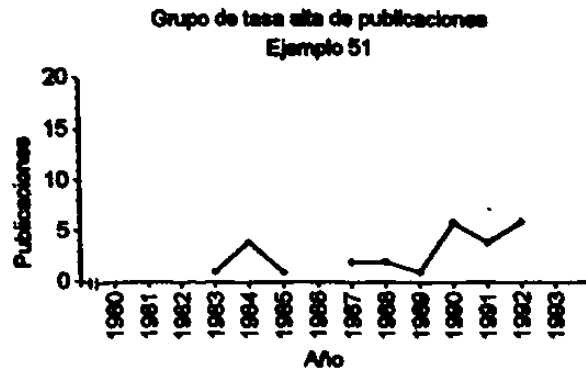
- \* p < 0.05
- \*\* p < 0.01
- \*\*\* p < 0.001



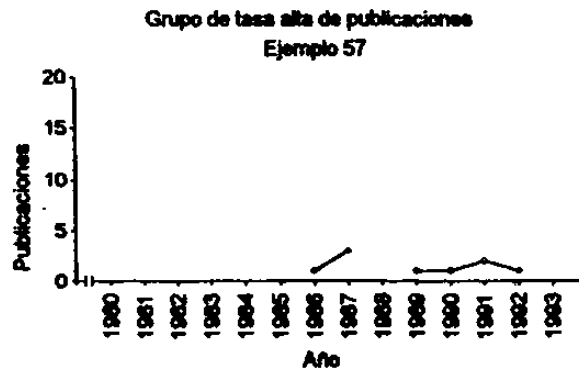
**Figura 23.** Investigador (i12) del grupo de tasa alta de publicación. Sexo: masculino. Edad: 36 años. Categoría dentro del SNI: Nivel 2.



**Figura 24.** Investigador (i47) del grupo de tasa alta de publicación. Sexo: masculino. Edad: 56 años. Categoría dentro del SNI: Nivel 2.

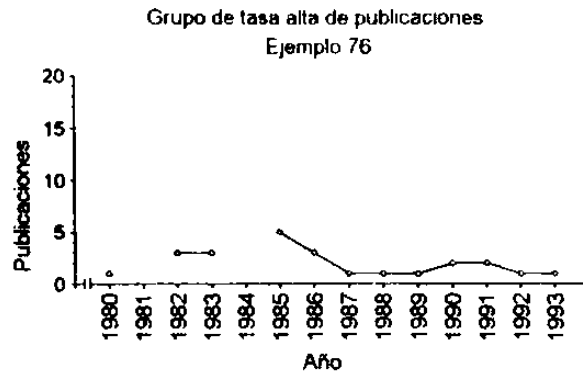


**Figura 25.** Investigador (i51) del grupo de tasa alta de publicación. Sexo: masculino. Edad: 45 años. Categoría dentro del SNI: Nivel 1.

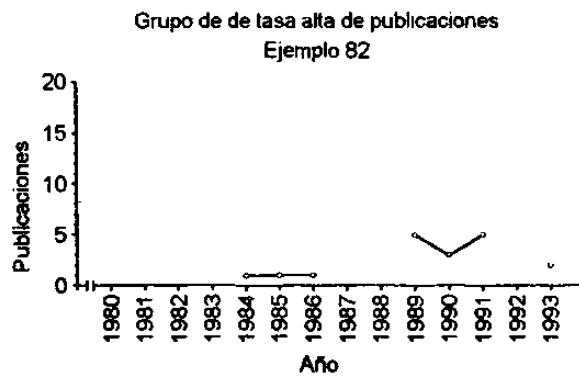


**Figura 26.** Investigador (i57) del grupo de tasa alta de publicación. Sexo: femenino. Edad: 43 años. Categoría dentro del SNI: Nivel 1.





**Figura 27.** Investigador (i76) del grupo de tasa alta de publicación. Sexo: masculino. Edad: 40 años. Categoría dentro del SNI: Nivel 1.



**Figura 28.** Investigador (i82) del grupo de tasa alta de publicación. Sexo: masculino. Edad: 47 años. Categoría dentro del SNI: Nivel 2.



## **Discusión**

En el capítulo de antecedentes se mencionaron cuatro posibles factores como fundamentales en la formación del científico: el contacto directo con la investigación, la interacción con los científicos, las condiciones en que se realiza la ciencia y aspectos de tipo personal. Para cada uno de esos factores se propusieron hipótesis específicas. Enseguida se analizan los resultados de acuerdo con los factores e hipótesis mencionados.

### **Contacto directo con la investigación**

Los científicos frecuentemente se refirieron a su formación como un proceso continuo con dos etapas: formación inicial y formación continua.

La etapa de formación inicial involucra dos aspectos la curiosidad y la motivación del estudiante, los cuales encuentran apoyo en los maestros o asesores y en las actividades de investigación. Gran parte de los investigadores vincularon su formación inicial con los grados académicos, en especial con el trabajo de tesis. Cerca del 50% de los científicos consideró su tesis de licenciatura como su primer trabajo, un porcentaje similar mencionó su tesis de maestría o doctorado, como su mejor trabajo científico.

Con respecto a su formación inicial, los científicos otorgaron más importancia a sus estudios de posgrado (maestría y doctorado), donde tuvieron mayor contacto con la investigación. En cambio, otorgaron menos importancia a la licenciatura, los cursos de filosofía de la ciencia, metodología y estadística; actividades que significan menor contacto con la investigación.

De acuerdo con los científicos de la presente muestra, la etapa de formación continua se refiere al aprendizaje que se prolonga durante toda la vida. Varios afirmaron haber hecho su

mejor trabajo científico después del posgrado, al empezar a producir de manera independiente. Otros señalaron que su mejor trabajo fue el último que habían hecho, el que estaban por terminar o el que iban a iniciar.

### **Interacción con los científicos**

Los investigadores concedieron gran importancia en su formación inicial a los maestros y, en especial, a su asesor de tesis. En las preguntas abiertas se mencionó varias veces el asesor como factor crucial, lo mismo se observó en la escala para evaluar diferentes aspectos sobre su formación. Además, el asesor apareció como coautor del investigador en aproximadamente el 20% de sus publicaciones. Esto puede indicar la importancia del asesor cuando el estudiante empieza su producción científica. Aunque después ya no aparecen publicaciones con su asesor, su influencia puede seguir presente en la línea de trabajo que el investigador desarrolla posteriormente.

En general, los investigadores otorgaron más importancia en su formación inicial a los factores que implican una mayor interacción con los científicos, tales como: el asesor, la interacción misma, las revistas especializadas, el manejo de otro idioma y los estudios de posgrado. A pesar de que los congresos parecen proporcionar un medio de intercambio de información en la ciencia (Lieberman, Seligman y Wolf, 1991), los investigadores no les otorgaron una calificación alta. Al respecto, mencionaron que durante su formación inicial tuvieron pocas oportunidades de asistir a congresos. Además, la posible relevancia de los congresos depende de la calidad de los mismos.

## **Condiciones en que se realiza la ciencia**

En nuestro país los investigadores empiezan a realizar ciencia con un retraso considerable. Después de la licenciatura, existe una latencia promedio de 5 años para obtener la maestría y otros 5 para obtener el doctorado. De esta manera, el doctorado se obtiene en promedio hasta los 33 años de edad (cuando idealmente podría obtenerse a los 27-29 años). Además, la primera publicación aparece, en promedio, a los 28 años de edad.

De acuerdo con las respuestas de los investigadores, en nuestro medio no se tienen las condiciones apropiadas para dedicarse a la ciencia. Existen pocos recursos, el financiamiento para los proyectos llega hasta con dos años de retraso, existen cargas administrativas y burocráticas excesivas, se carece de acceso fácil e inmediato a la bibliografía actualizada, los medios de comunicación son limitados, la ciencia no se valora socialmente. En estas condiciones, la tasa de publicación anual por investigador es de un trabajo por año, lo que incluye una publicación en el extranjero cada dos años. Aunque algunos investigadores publican cinco o más trabajos por año, esa tasa de publicación no se mantiene constante. Los años sin publicaciones parecen ser períodos de trabajo intenso, pues en los años que siguen aparecen más publicaciones, en comparación con los años previos a la pausa. La falta de condiciones materiales, equipo, tiempo, salario, becas, apoyo o financiamiento, a veces logra superarse debido a la existencia de aspectos personales como: motivación, dedicación y el afán de reconocimiento.

Las condiciones en que se realiza la ciencia indican que en nuestro país no existe un programa de formación de científicos, ni a nivel nacional, ni a nivel de la universidad. Las becas disponibles significan una ayuda importante para los estudiantes que siguen una carrera científica, pero no cubren todos los aspectos necesarios para su formación. Tales condiciones sugieren también que la sociedad y sus dirigentes (tanto a nivel

nacional, como de la universidad) otorgan poco reconocimiento a la ciencia. Con muy pocas excepciones, en nuestro medio gran parte de la investigación se realiza como un esfuerzo personal, más que como un programa de desarrollo institucional.

### **Aspectos personales**

Como se mencionó antes, los científicos de la muestra concedieron gran importancia a la curiosidad y la motivación, como antecedentes fundamentales para su formación inicial. Holton (1985) afirma que los científicos tienden a mostrar una gran dedicación e involucración personal hacia su trabajo. En el presente estudio se encontró que la actividad científica tiene un valor personal muy alto para la mayor parte de los investigadores de la muestra. La recompensa que se obtiene proviene en gran medida del desarrollo de la misma actividad. Probablemente en nuestro país esto se acentúe debido al gran esfuerzo que significa dedicarse a la ciencia en condiciones adversas.

La formación parece implicar la adquisición de un estilo de trabajo y una serie de actitudes. El estilo de trabajo que los investigadores consideran fundamental para dedicarse a la ciencia, consiste en: dedicación, constancia, persistencia, planeación, disciplina, escepticismo, verificación, ser observador, autocrítico, autodidacta, resistente a la crítica y al fracaso. Las actitudes que se adquieren durante la formación son de dos tipos: las normas éticas y las reglas de pertenencia al grupo. Aunque en el presente trabajo no se estudiaron de manera específica las normas éticas, gran parte de los investigadores mencionaron que la ciencia debe tener un estricto apego a la verdad, debe ser universal, no se deben fabricar o maquillar los datos que se publican. Las reglas de pertenencia al grupo que aparecieron con mayor frecuencia fueron la originalidad y la calidad de los trabajos.

Se encontraron tres diferentes patrones en la forma de considerar la ciencia, les llamaremos aquí el patrón "empresarial", el "académico" y el "personal". Los investigadores que toman la ciencia como una actividad empresarial se expresan de ella como su profesión, la cual brinda beneficios económicos, premios y prestigio. Para tener éxito en esta profesión es necesario hacer las cosas bien, con eficiencia, proporcionar resultados a corto plazo y de preferencia que tengan utilidad o aplicación. Desde esta perspectiva los criterios de evaluación deben ser objetivos y cuantitativos, tales como: los grados académicos del investigador, la cantidad de trabajos publicados, cuantos se publicaron en el extranjero, las revistas específicas donde aparecieron sus trabajos, las citas a sus trabajos y la utilidad de sus resultados.

Los investigadores que toman a la ciencia como una actividad académica, la consideran un medio para su realización profesional, para su propio desarrollo académico. Significa también la posibilidad de obtener cierto reconocimiento y prestigio, de formar un grupo de alumnos o equipo de trabajo. Generalmente se esperan resultados a mediano plazo y estos pueden significar una mejor preparación teórica o metodológica, tanto del investigador, como de sus colaboradores o alumnos. Generalmente se vincula la investigación con la docencia. Los criterios básicos para evaluar la calidad de la ciencia son: la originalidad, la metodología, la excelencia académica, se espera que los resultados apoyen el desarrollo de una línea de investigación o contribuyan a la formación académica de nuevos científicos.

Los investigadores que consideran la ciencia como una actividad personal, hablan de ella con tal entusiasmo que podríamos calificar de verdadero apasionamiento, constituye más bien un medio para la realización personal. Se espera también cierto reconocimiento, pero éste no es esencial, la recompensa fundamental se obtiene en el desarrollo mismo de la actividad científica. Se vincula también la investigación con la

enseñanza, aunque se pone especial énfasis en el desarrollo personal de los alumnos. No se esperan resultados a corto plazo, por lo que los científicos con esta concepción prefieren publicar trabajos extensos (como un libro), que pueden significar varios años de dedicación. Los criterios para evaluar la calidad de la ciencia son la originalidad, la metodología, la fundamentación cuidadosa de su trabajo, la apertura y desarrollo de nuevos campos de investigación, ya sean teóricos o metodológicos. Se valoran especialmente planteamientos novedosos y creativos, aunque a veces impliquen muchos años de esfuerzo y no se tenga la seguridad de obtener resultados.

Los patrones mencionados no son excluyentes, se plantearon de esa manera para tratar de exponer con claridad diferentes concepciones implícitas en las respuestas de los investigadores. Aunque sólo unos cuantos investigadores podrían clasificarse como "empresariales", "académicos" o "personales" puros, casi todos tienden a inclinarse más hacia alguna de las categorías. Es probable que los estudiantes aprendan a concebir la ciencia como una actividad empresarial, académica o personal, de acuerdo con sus maestros, su asesor y el medio institucional donde se formen.

La identificación de tales patrones es importante porque permite aclarar algunas discusiones acerca de la ciencia, en especial, de las formas de evaluar la calidad de la ciencia. En los países desarrollados el criterio "empresarial" prevalece desde hace varias décadas (Ziman, 1993) y tiende a ser adoptado por los países subdesarrollados. Este criterio parece utilizar formatos sencillos para la evaluación, que además estimulan al investigador para que "produzca" (publique) más. Sin embargo, desemboca en una serie de problemas que tienden a reducir la calidad de la ciencia, según se contempla desde otras perspectivas. Desde el punto de vista de la ciencia como una actividad académica o personal, la calidad no puede medirse por la cantidad de publicaciones, sino por la originalidad, la metodología, la excelencia, la generación de campos o líneas de investigación y la formación de investigadores.



El énfasis exagerado en los criterios empresariales (cuantitativos) ha producido los siguientes problemas. Algunos investigadores publican muchos trabajos cortos en diversas revistas, en vez de un trabajo amplio y bien fundamentado, ya que entre más trabajos publiquen, mayores posibilidades tienen de mejorar su salario, obtener financiamiento a sus proyectos y recibir premios. Por el afán de publicar se deja de lado la enseñanza, lo cual hace menos probable la formación de nuevos investigadores. Con tal de publicar más, algunos científicos tienden a usar a sus estudiantes como mano de obra, en lugar de tratarlos como colegas potenciales (Hackett, 1990). En consecuencia, les asignan tareas exclusivamente técnicas y no los asesoran para que aprendan todos los elementos (teóricos, metodológicos, etc.) que requieren para su formación como científicos.

Otro problema con los criterios empresariales es que los científicos jóvenes, que apenas inician su carrera como tales, carecen de un Curriculum académico amplio. Por lo tanto, no alcanzan los puntos necesarios para obtener estímulos económicos que los apoyen para consolidarse como científicos. Es posible que muchos de estos jóvenes requieran de varios años para establecer una línea de investigación promisoria, por lo que pueden pasar una temporada sin publicar o en la cual publiquen poco. Un sistema de evaluación basado en la cantidad de publicaciones, seguramente dejará de apoyar a estos nuevos investigadores, en el período en que más lo necesitan.

En algunas ocasiones, los investigadores con experiencia también requieren de intervalos sin publicar, durante los cuales pueden dedicarse a: generar nuevas ideas, nuevos proyectos, realizar estudios piloto, escribir un trabajo amplio o un libro como síntesis de sus publicaciones previas, reorganizar su trabajo o establecer nuevas líneas de investigación. En el presente estudio se observó que, hasta los científicos más productivos pasan uno o más años sin publicar. Durante esas temporadas parecen estar trabajando con gran intensidad, ya que en los años que siguen a cada pausa aumentan su tasa de

publicación. Un sistema de evaluación "empresarial" podría dejar de apoyar a los investigadores en los periodos en que no publican, irónicamente, cuando en realidad pueden estar más productivos.

La búsqueda de resultados que tengan alguna aplicación también implica algunos problemas. Algunos investigadores dejan de realizar proyectos que se consideran de ciencia básica porque no obtienen financiamiento para sus proyectos. Otros incluso se dedican a trabajos tipo "maquila", esto es, proyectos que constituyen piezas del rompecabezas de una línea de investigación proveniente de un país desarrollado. A veces la "maquila" implica desarrollar cualquier trabajo, en cualquier tema, que tenga posibilidades de financiamiento.

Una forma de atenuar un poco los problemas mencionados ha sido el recurrir a la revisión de expertos o pares ("peer review") (Cereijido, 1994; Pérez, 1987). Sin embargo, este tipo de revisión no toma en consideración los criterios específicos que utilizan los expertos. Es necesario revisar las concepciones de las que parten quienes revisan los proyectos. Sin duda, el dictamen acerca de la calidad de un trabajo, un proyecto o de un investigador, será diferente en función de los criterios que sustenten los expertos que evalúan. Para mejorar la evaluación de la ciencia y de los investigadores es necesario hacer explícitos los criterios que se están utilizando, así como sus ventajas y limitaciones. De esta manera, es posible dejar de usar solamente un patrón de evaluación de tipo "empresarial" e incorporar criterios "académicos" y "personales".

## **Comentarios acerca del modelo conceptual de la ciencia**

El modelo conceptual que se propone en el presente estudio (Figura 2), ha sido una herramienta de trabajo útil para analizar los diversos factores que participan en la formación del científico. Dicho modelo puede servir también para analizar

otros aspectos de la ciencia, tales como. la evaluación de la calidad, el desarrollo, el progreso o el fraude. Sin duda, el modelo podrá ampliarse o corregirse (y en consecuencia será más útil) a medida que se contraste con lo que ocurre en la ciencia.

### **Sugerencias para un programa de formación de científicos**

De acuerdo con lo que hemos revisado en este trabajo, un programa amplio de formación de científicos implica contemplar dos objetivos fundamentales:

- 1) Consolidar la enseñanza formal de la ciencia.
- 2) Establecer una actitud (o cultura) científica, tanto en los estudiantes de todos los niveles educativos, como en la población general.

Para lograr esos objetivos se requieren acciones como las siguientes:

- 1) Promover la participación de los estudiantes en actividades de investigación.
  - a) Vincular de manera efectiva la docencia con la investigación.
  - b) Apoyar el desarrollo de tesis y trabajos de laboratorio tipo proyecto de investigación.
- 2) Promover la interacción de los estudiantes con los científicos.
  - a) Integrar a los estudiantes al trabajo de investigación, por medio de proyectos asesorados por investigadores activos.

El tiempo dedicado a la asesoría sería tomado en cuenta como parte de la actividad docente del científico.

- 3) Mejorar las condiciones en que se realiza la ciencia.
  - a) Otorgar mayor presupuesto a la ciencia. Una parte de esos recursos pueden ser manejados a nivel nacional, pero sería conveniente que la Universidad contara con una partida presupuestal importante destinada específicamente para actividades de investigación. Incluso sería útil que cada Facultad y Departamento contase con recursos para investigar y vincular esas actividades con la docencia. De esta manera se podrían establecer líneas de investigación. Los apoyos nacionales o internacionales significarían recursos adicionales, pero no condicionarían la continuidad de la investigación.
  - b) Evitar los procesos burocráticos y los retrasos en la asignación de recursos para la investigación.
  - c) Apoyar no sólo proyectos sino líneas de investigación.
  - d) Promover la carrera científica. Los bajos salarios que se proporcionan a los investigadores promueven una fuga externa (hacia el extranjero) y una fuga interna (hacia actividades no científicas que implican una mejor remuneración). Mejores salarios permitirán a los científicos dedicarse con tranquilidad, continuidad y exclusividad a la investigación. El Sistema Nacional de Investigadores ha contribuido a mejorar los ingresos de los científicos, sin embargo este ingreso adicional no es suficiente para retener a todos los investigadores, ya que algunos de ellos pueden obtener mayores salarios en empresas privadas. Además, ha significado incertidumbre y falta de continuidad, especialmente en los candidatos, ya que cada tres años se revisa su productividad, en base a lo cual se determina si continúan en el Sistema.

- e) La evaluación de la ciencia y de los investigadores debe hacer explícitos los criterios que se utilizan. Es necesario dejar de usar sólo un patrón de evaluación "empresarial" e incorporar criterios "académicos" y "personales"
  - f) Otorgar mayor reconocimiento institucional y social a la ciencia.
- 4) Incluir la enseñanza de la ciencia y de una actitud científica en todos los niveles educativos, desde la primaria hasta el posgrado.
- a) Cambiar la tendencia a la profesionalización que se presenta en la licenciatura, maestría o especialidad (transmisión de conocimiento y adiestramiento en técnicas) por un énfasis en la enseñanza de la ciencia. Las estrategias que utiliza el científico para la solución eficiente de problemas y la generación de conocimiento, son esencialmente las mismas que requiere un profesionista para solucionar problemas en su campo de trabajo.
  - b) Detectar candidatos y proporcionarles becas, orientación y asesoría, desde que ingresan a la licenciatura o incluso antes.
  - c) Los cursos de filosofía de la ciencia, metodología y epistemología podrían contribuir a una actitud científica, siempre y cuando se diseñen con ese propósito, sean impartidos por personas que hayan realizado investigación y estén vinculados directamente con la actividad científica.
- 5) Promover la difusión de la ciencia.

Favorecer una actitud científica en la población general (Aréchiga, 1990). Al difundir la ciencia es importante tener en cuenta que el objetivo central es promover una actitud científica, más que impresionar a la población con un

lenguaje esotérico o con una serie de datos desvinculados de la experiencia cotidiana. La información que se use como medio para promover una actitud científica debe ser congruente con los intereses y necesidades de cada grupo social o comunidad. Hacen falta revistas serias, artículos y reseñas periodísticas de calidad, que transmitan a la comunidad las actitudes, los conocimientos y los avances de la ciencia. Para ello se requieren personas que estén vinculadas directamente con la investigación, pero que dediquen una parte de su tiempo a la enseñanza y difusión de la ciencia.

## **Conclusiones**

En síntesis, el presente trabajo permite establecer las siguientes conclusiones generales:

- 1) La ciencia puede estudiarse por medio de un modelo que consta de tres elementos: el paradigma, el científico y la sociedad.
- 2) La formación del científico involucra dos aspectos:
  - a) La enseñanza de la ciencia. Esto es, las hipótesis, teorías, métodos y técnicas de un campo de trabajo.
  - b) La actitud o cultura científica. Esto significa la interiorización de una serie de patrones de comportamiento, que incluyen: reglas de pertenencia al grupo; normas éticas y un estilo de trabajo
- 3) Los factores vinculados con la formación del científico son:
  - a) El contacto directo con la investigación. Este contacto ocurre en dos etapas: formación inicial y formación continua. El estudiante entra en contacto con la ciencia durante sus estudios de posgrado (maestría, doctorado), especialmente cuando desarrolla el trabajo de tesis. El investigador sigue aprendiendo a realizar ciencia con cada nuevo trabajo que realiza.
  - b) La interacción con los científicos. El asesor de tesis determina en gran medida la formación inicial del investigador. El asesor influye en la adquisición de los fundamentos teóricos y metodológicos, así como en las actitudes del estudiante.

Las revistas especializadas, el manejo de otro idioma y los estudios de posgrado son otras formas de interacción que contribuyen a la formación del científico. Por el

contrario, los congresos no parecen ser cruciales para la formación inicial. Es necesario realizar otro estudio que nos permita determinar con mayor precisión el papel de los congresos en la formación.

- c) Las condiciones en que se realiza la ciencia. En nuestro medio no existe un programa de formación de científicos, ni reconocimiento a las contribuciones de la ciencia para el desarrollo económico, tecnológico y cultural. Los investigadores empiezan a realizar ciencia con un retraso considerable. Las becas de posgrado y el apoyo a proyectos de investigación son una ayuda importante, pero no cubren todos los aspectos que se requieren para la formación. En estas condiciones, los científicos otorgan gran importancia a la infraestructura y el reconocimiento social.
  - d) Aspectos personales. La curiosidad y motivación son antecedentes importantes para la formación del científico. La formación implica adquirir un estilo de trabajo y una serie de actitudes (reglas de pertenencia al grupo, normas éticas, un estilo de trabajo y criterios para evaluar la calidad de la ciencia). El estilo de trabajo consiste en constancia, persistencia, planeación, disciplina, verificación, ser autodidacta, resistencia a la crítica y al fracaso. Las reglas de pertenencia al grupo son la originalidad y la calidad de los trabajos. Existen tres tipos de criterios para evaluar la calidad de la ciencia: "empresarial", "académico" y "personal". Se requiere realizar otro trabajo para analizar la forma en que se adquieren las normas éticas.
- 4) Un programa integral de formación de científicos involucra promover la enseñanza de la ciencia, así como una actitud o cultura científica. Esto se aplica no sólo a los estudiantes del posgrado, sino a los alumnos de todos los niveles educativos, e incluso a toda la población.



## Referencias bibliográficas

- Agrain, P (1990) *Palabras de un hombre de ciencia* México Fondo de Cultura Económica
- Alguire, P.C , Anderson, W.A y Henry, R.C (1993). Teaching research skills. development and evaluation of a new research program for residents. *Teaching and Learning in Medicine*, 5(1), 37-43. ,1,1.
- Aréchiga U., H. (1990) Búsqueda del conocimiento científico *Ciencia y Desarrollo*, 16(91), 17-22.
- Barber, B. (1987). Sociología de la ciencia. *Ciencia y Desarrollo*, 13(76), 75-83.
- Benítez B., L. (1988) El fraude en la ciencia. *Ciencia y Desarrollo*, 14(79), 51-58.
- Bernal, J.D. (1975). *La libertad de la necesidad. Tomo 1. La ciencia y el hombre, las humanidades y las artes*. Madrid: Ayuso.
- Bernal, J.D. (1979). *La ciencia en la historia*. México Editorial Nueva Imagen.
- Bernstein, J. (1982). La educación de un científico. *Ciencia y Desarrollo*, 8(42), 70-78.
- Bland, C.J. y Schmitz, C.C. (1986). Characteristics of the successful researcher and implications for faculty development. *Journal of Medical Education*, 61, 22-31.
- Bourne, L. E., Ekstrand, B. R. y Dominowski, R. L. (1974). *Psicología del pensamiento*. México: Trillas.

- Braxton, J.M. (1993). Deviancy from the norms of science: the effects of anomie and alienation in the academic profession. *Research in Higher Education*, 34(2), 213-228.
- Broad, W. y Wade, N. (1985). *Betrayers of the truth*. Oxford: Oxford University Press.
- Buckhout, R. (1976). Eyewitness testimony. En R. Held y W. Richards (Dirs.), *Recent progress in perception* (205-213). San Francisco: W.H. Freeman and Company.
- Bunge, M. (1983). *La investigación científica*. México: Ariel.
- Campos, M.A. (1991). Problemática sociocultural de la ciencia. *Sociológica*, 6(16), 11-25.
- Casas G., R. (1980). La idea de comunidad científica: su significado teórico y su contenido ideológico. *Revista Mexicana de Sociología*, 42(3), 1217-1231.
- Castaños de L., H. (1993). La migración de talentos en México. *Ciencia y Desarrollo*, 19(112), 16-20.
- Castro, O.M. e Irizarry, N.L. (1994). Imagen del científico en niños puertorriqueños: un enfoque evolutivo. *Revista Interamericana de Psicología*, 28(2), 205-221.
- Cerejido, M. (1994). *Ciencia sin seso, locura doble*. México: Siglo XXI.
- Chalmers, A.F. (1984) *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (1993) *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas*. México: Autor.

- Devereux, G. (1977). *De la ansiedad al método en las ciencias del comportamiento*. México: Siglo XXI,
- Feyerabend, P. (1993). *Tratado contra el método*. México: Red Editorial Iberoamericana.
- Fortes, J. y Lomnitz, L. (1991). *La formación del científico en México*. México: Siglo XXI,
- Fuchs, S. (1993). A sociological theory of scientific change. *Social Forces*, 71(4), 933-953.
- García, R. (1984). La filosofía de los científicos y la ciencia de los filósofos. En R. García, R. Pérez y L. Viniestra (Dir.), *Ciencia y filosofía: tres ensayos* (pags. 13-21). México: Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas/Editorial Alhambra Mexicana.
- Garza, G. y Malo, S. (1988). La formación académica de los investigadores. *Ciencia y Desarrollo*, 14(82), 93-102.
- Goodyear, R.K., Crego, C.A. y Johnston, M.W. (1992). Ethical issues in the supervision of student research: a study of critical incidents. *Professional Psychology: Research and Practice*, 23(3), 203-210.
- Hackett, E. J. (1990). Science as a vocation in the 1990s. *Journal of Higher Education*, 61(3), 241-279.
- Hackett, E. J. (1994). A social control perspective on scientific misconduct. *Journal of Higher Education*, 65(3), 242-260.
- Holton, G. (1985). *La imaginación científica*. México: Fondo de Cultura Económica.

- Howe, M.J.A. (1974). *Introducción a la memoria humana*. México: Trillas.
- Humphreys, L.G., Lubinsky, D. y Yao, G. (1993). Utility of predicting group membership and the role of spatial visualization in becoming an engineer, physical scientist, or artist. *Journal of Applied Psychology*, 78(2), 250-261.
- Isaac, P. D., Quinlan, S. V. y Walker, M. M. (1992). Faculty perceptions of the doctoral dissertation. *Journal of Higher Education*, 63(3), 241-268.
- Khan, R. N. (1988). Science, scientists and society: public attitudes towards science and technology. *Impact of science on society*, 38(151), 257-271.
- Koyré, A. (1977). *Estudios de historia del pensamiento científico*. México: Siglo XXI.
- Kuhn, T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Liberman, S., Seligman, P. y Wolf, K. B. (1991). Costos de la transferencia internacional de conocimiento científico. *Ciencia y Desarrollo*, 17(101), 56-66.
- Lomnitz, L. (1976). La antropología de la investigación científica en la UNAM. En L. Cañedo y L. Estrada (Dir.), *La ciencia en México* (pags. 13- 25). México: Fondo de Cultura Económica.
- Loría D., E. G. (1989). La investigación, instrumento fundamental del desarrollo integral. *Ciencia y Desarrollo*, 15(87), 81-87.

- Maddox, J y Gee, H (1994) Science in Mexico Mexico's bid to join the world *Nature*, 368, 789-804
- Malo, S. (1987) Los investigadores nacionales de nivel III *Ciencia y Desarrollo*, 13(77), 95-103
- Malo, S y Garza, G (1987). Características de las solicitudes al SNI en 1987 *Ciencia y Desarrollo*, 13(75), 87-92
- Martínez P., A, Aréchiga, H. y Alarcón S., D (1980). La investigación biomédica en México. *Ciencia y Desarrollo*, 6(31), 102-107.
- Medawar, P.B. (1982). *Consejos a un joven científico* México: Fondo de Cultura Económica.
- Meichtry, Y.J. (1993). The impact of science curricula on student views about the nature of science. *Journal of Research on Science Teaching*, 30(5), 429-443.
- Merton, R. K. (1968). The Matthew effect in science. *Science*, 159, 56-63.
- Merton, R.K. (1977). *La sociología de la ciencia. Vol 2.* Madrid: Alianza Editorial.
- Muñoz E., L. E. (1991). Reflexiones sobre la investigación científica en México. *Rev. Gastroenterol. Méx.*, 56(1), 43-46.
- Neumann, R. (1993). Research and scholarship: perceptions of senior academic administrators. *Higher Education*, 25, 97-110.
- Newton-Smith, W.H. (1987). *La racionalidad en la ciencia* Barcelona: Paidós.

- Pérez T., R. (1987). Sobre la calidad de la ciencia. *Ciencia y Desarrollo*, 13(73), 95-104.
- Price, D.J. de S. (1968). La ciencia de la ciencia. En J.D. Bernal y cols. (Dir.), *La ciencia de la ciencia* (pags. 309-330). México: Grijalbo.
- Price, A.R. (1994). Definitions and boundaries of research misconduct. *Journal of Higher Education*, 65(3), 286-297.
- Reséndiz N., D. (1986). La crisis y el porvenir de la ciencia en México. *Ciencia y Desarrollo*, 12(69), 69-74.
- Rodríguez S. de G. G., M. L. (1975). La imagen del científico a través del diferenciador semántico. *Ciencia y Desarrollo*, 1(3), 31-36.
- Rodríguez, S. de G.G., M.L. (1993). Recursos humanos en investigación científico-tecnológica y docencia: su relación centro-periferia y su dinámica de recomposición nacional, 1980-1991. En A. Chavero, G. González, M.L. Rodríguez y D.M. Vergara (Dir.), *México: ciencia y tecnología* (pags. 155-234). México: UNAM-IPN.
- Roe, A. (1961). The psychology of the scientist. *Science*, 134, 456-459.
- Rojas, R. (1992). *Formación de investigadores educativos*. México: Plaza y Valdés Editores.
- Salam, A. (1987). Ciencia y desarrollo. *Ciencia y Desarrollo*, 13(75), 95- 105.
- Sarasohn, J. (1993). *Science on trial*. New York: St. Martin's Press.
- Fac. Filosofía y Letras, UANL.*

- Singer, B. F. (1971). Toward a psychology of science. *American Psychologist*, 26, 1010-1015.
- Sistema Nacional de Investigadores (1991). *Directorio 1990*. México: Sistema Nacional de Investigadores y Academia de la Investigación Científica, A.C.
- StatSoft (1994). *Statistica*. Tulsa: Autor.
- Tornquist, K. M. y Kallsen, L. A. (1994). Out of the ivory tower. *Journal of Higher Education*, 65(5), 523-539.
- Vicente, K. J. y Brewer, W. F. (1993). Reconstructive remembering of the scientific literature. *Cognition*, 46, 101-128.
- Wartofsky, M.W. (1973). *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Madrid: Alianza Editorial.
- Weber, M. (1946). Science as a vocation. En H. Gerth y C.W. Mills (Dirs.), *Essays in Sociology* (pags. 129-156). New York: Oxford University Press.
- Winter, R.J., Unti, S.M. y Collins, J.W. (1993). Research during residence training. *Teaching and Learning in Medicine*, 5(2), 96-101.
- Ziman, J. (1972). *El conocimiento público*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Ziman, J. (1981). *La credibilidad de la ciencia*. Madrid: Alianza Editorial.
- Ziman, J. (1985). *Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica.

Ziman, J. (1993). La ciencia académica como un sistema de mercados. *Universidad Futura*, 4(13), 24-35.

Zuckerman, B. H. (1967). The sociology of the Nobel Prizes. *Scientific American*, 217(5), 25-33.



## Apéndice

### Cuestionario

NOMBRE \_\_\_\_\_  
EDAD \_\_\_\_\_ SEXO \_\_\_\_\_ CAT SNI \_\_\_\_\_  
AREA DE TRABAJO \_\_\_\_\_

- 1) ¿A partir de qué momento se considera usted científico?
- 2) ¿Con qué trabajo se inicia su producción científica?
- 3) ¿Cuál considera su mejor trabajo científico?
- 4) ¿Qué requisitos debe cubrir una persona para ser considerada investigador científico?
  - a) Teóricos
  - b) Técnicos
  - c) Metodológicos
  - d) Filosóficos
  - e) Personales
  - f) Sociales
  - g) Eticos
- 5) ¿Qué requisitos debe cubrir una obra (un trabajo, un artículo) para que tenga calidad científica?
- 6) ¿Qué requisitos debe cubrir un congreso para que tenga calidad científica?
- 7) ¿Qué elementos o factores fueron más importantes en su formación como científico?
- 8) ¿Qué elementos o factores son importantes para formar científicos?
- 9) ¿Cuáles fueron los principales problemas en su formación como científico?
- 10) ¿Qué beneficios obtiene al trabajar como científico?
- 11) ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta en su trabajo como científico?

## Escala de evaluación de la formación

Califique la importancia de los siguientes aspectos en su formación como científico.

Use una escala del 1 al 9, donde 1 (uno) significa ninguna importancia y 9 (nueve) la mayor importancia.

¿Qué importancia tuvieron en su formación como científico?:

- |   |   |  |
|---|---|--|
| [ | ] | a) Los libros de texto. ¿Cuáles?                               |
| [ | ] | b) Autores de libros o revistas. ¿Quiénes?                     |
| [ | ] | c) Las revistas especializadas. ¿Cuáles?                       |
| [ | ] | d) Los congresos. ¿Cuáles?                                     |
| [ | ] | e) Su tutor. ¿Quién fué?                                       |
| [ | ] | f) Su asesor de tesis. ¿Quién fué?                             |
| [ | ] | g) Su interacción con otros científicos. ¿Quiénes?             |
| [ | ] | h) Los cursos de Filosofía de la ciencia.                      |
| [ | ] | i) Los cursos de Metodología de la ciencia.                    |
| [ | ] | j) Los cursos de Estadística.                                  |
| [ | ] | k) Otros cursos. ¿Cuáles?                                      |
| [ | ] | l) El manejo de otro(s) idioma(s). ¿Cuáles?                    |
| [ | ] | m) El dominio de una (o varias) técnicas de su campo. ¿Cuáles? |
| [ | ] | n) Sus estudios de licenciatura (profesional). En:             |
| [ | ] | o) Sus estudios de Maestría. En:                               |
| [ | ] | p) Sus estudios de Especialidad. En:                           |
| [ | ] | q) Sus estudios de Doctorado. En:                              |
| [ | ] | r) Otros estudios. ¿Cuáles?                                    |
| [ | ] | s) Otros aspectos. ¿Cuáles?                                    |

