

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA
PSICOLOGÍA SOCIAL Y AMBIENTAL

**PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA DE UN GRUPO DE ADOLESCENTES
DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN PSICOLOGÍA
P R E S E N T A

ERNESTO MÁRQUEZ NEREY

JURADO DE EXAMEN DE GRADO

Director: Dr. Felipe Tirado Segura

Comité: Dra. Lucy María Reidl Martínez

Dra. Julia Tagüeña Parga

Dra. Rosa Patricia Jovita Ortega Andeane

Dra. María del Carmen Sánchez Mora

Dra. María Guadalupe Mares Cárdenas

Dr. Rigoberto León Sánchez



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

Dedico profundamente este trabajo a mi prometida Derlly González y a mis hijas e hijo Deyne Megan, Isabel y Ernesto, así como a Melissa y Mariana. Expreso toda mi gratitud a mis padres Aurora y Esteban y hermanas (os)

AGRADECIMIENTOS

Con aprecio y admiración agradezco a mi director de tesis Dr. Felipe Tirado Segura y a los miembros de mi comité tutorial: Dra. Lucy María Reidl Martínez, Dra. Julia Tagúeña Parga, Dra. María del Carmen Sánchez Mora y Dra. Rosa Patricia Jovita Ortega Andeane; la orientación, dedicación y guía para la realización de este trabajo

Reconozco el extraordinario apoyo que me brindaron la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, A.C.(Somedicyt), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) de la UNAM, la Coordinación del Programa de Maestría y Doctorado en Psicología de la UNAM, el Instituto de Ciencia y Tecnología del Gobierno del Distrito Federal y Papalote Museo del Niño

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
I. ANTECEDENTES	9
1. CULTURA CIENTÍFICA	9
1.1 La Ciencia en la Sociedad	12
1.2 Definición de Cultura Científica	13
1.3 Alfabetización Científica	16
1.3.1 El modelo de déficit y su crítica	17
1.4 Percepción Social de la Ciencia	18
1.5 Apropiación Social de la Ciencia	21
1.6 La Cultura Científica en la Sociedad del Conocimiento	23
II. DIAGNÓSTICO	25
2. EDUCACIÓN Y CULTURA CIENTÍFICA EN MÉXICO	25
2.1 La educación media y media superior	27
2.1.1 La escuela secundaria	28
2.1.2 La educación media superior	30
2.2 La Educación Científica de los adolescentes	34
2.3 Psicología de los adolescentes	42
2.3.1 Actitudes y motivaciones educativas en los adolescentes	44
2.4 La Cultura y la Divulgación Científica en México	50
2.4.1 La divulgación de la ciencia	51
2.4.2 Los museos de ciencia y el fomento de una cultura científica	58
III. MARCO DE REFERENCIA TEÓRICA	66
3. EVALUACION DE LA CULTURA CIENTÍFICA Y LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA	66
3.1 Indicadores de Cultura Científica y Percepción Social de la Ciencia	66
3.2 Aspectos de Cultura Científica y Percepción Social de la Ciencia evaluados en los adolescentes	71
IV. LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA DE UN GRUPO DE ADOLESCENTES DE LA CIUDAD DE MÉXICO	75
4. LO QUE SABEN, LO QUE OPINAN LOS ADOLESCENTES DE LA CIUDAD DE MÉXICO SOBRE LA CIENCIA	75
4.1 Introducción	75
4.2 Metodología	75
4.3 Desarrollo del Proyecto	77
4.3.1 Fase 1. Exploratorio	77
4.3.2 Fase 2. Construcción de Instrumentos	79
4.3.3 Fase 3. Estudio final	83

V. CONCLUSIONES	108
5. CONCLUSIONES	108
REFERENCIAS	114

ANEXOS

Anexo 1: Análisis de contenido sobre las notas de campo obtenidas de los adolescentes que visitaron un museo de ciencias ubicado en la ciudad de México.

Anexo 2: Análisis descriptivo (frecuencias) del cuestionario sobre conocimientos.

Anexo 3: Análisis descriptivo (frecuencias) del cuestionario sobre actitudes hacia la ciencia

Anexo 4: Análisis sobre las encuestas iberoamericanas

Anexo 5: Factores y valores de las dimensiones

Anexo 6: Cuestionario final sobre Percepción Social de la Ciencia.

INTRODUCCIÓN

En el devenir del desarrollo de la Humanidad se reconoce que el conocimiento de lo que significa la ciencia ha sido vital, dado que su influencia ha impactado a la economía, la política, la sociedad, la salud, la educación y la cultura.

La ciencia ha fortalecido a través de la historia, la consolidación de los procesos tecnológicos y ha impactado en la cultura de los pueblos. Al formar parte de la cultura de la sociedad -incipiente en algunos casos, consolidada en otros- la ciencia ha colaborado en el entendimiento del momento histórico que viven las personas, se habla entonces de una cultura científica. Ese conocimiento se manifiesta de diferentes formas. La más usual es la del conocimiento incorporado en objetos y servicios. Pero también está presente en los individuos mediante las actitudes, las aptitudes y las habilidades que suelen evidenciar; en las instituciones, en las capacidades operativas; en la cultura misma, en valores, creencias y saberes. Es por ello que la cultura científica es un atributo de la sociedad.

Si se considera entonces a la cultura científica como condición de la sociedad, es por tanto necesario analizar en qué medida la ciencia alcanza un nivel de integración suficiente como para convertirse en contenidos, habilidades y actitudes que se expresan en las prácticas generales de la sociedad y en componentes del sentido común de sus miembros.

Para efectuar un análisis de la cultura científica se tendrían que abordar temas variados que seguramente conformarían una matriz de complejas interacciones (Cytel, 2003). La relación entre la ciencia y la cultura de una sociedad puede leerse en al menos tres planos:

- 1) En el nivel institucional de la sociedad, según el cual se considera la existencia de instituciones y diferentes expresiones de prácticas científicas en esferas de la sociedad que no están necesariamente vinculadas en primera instancia con la ciencia o con la investigación.
- 2) En el nivel de los procesos sociales que se desarrollan en la intersección entre el sistema científico-tecnológico y el público en general, donde discurren la participación ciudadana en la toma de decisiones, los procesos de información, comunicación y divulgación científica y diversas interacciones derivadas de conflictos sociales en torno a las aplicaciones del conocimiento científico.
- 3) En el individuo, en tanto la percepción que tiene éste sobre la ciencia y la tecnología, y que incluye contenidos, procesos e intereses, y de esta manera, las valoraciones, expectativas, imágenes y evaluaciones personales sobre temáticas diversas.

Sobre este último punto, se reconoce que el conocimiento de la ciencia y la tecnología es sumamente útil para hacer juicios y elecciones en la vida diaria.

Pero lo más importante es que permite la formación de actitudes positivas y hábitos de vida que se expresan en comportamientos específicos como el cuidado del agua, la energía y el medio ambiente en general. De esta forma, tener una actitud positiva hacia la ciencia y la tecnología permite trazar caminos favorables para generar políticas de mejoramiento e impulso a las actividades científicas y tecnológicas. Pero ¿cómo indagar lo que saben y piensan las personas acerca de la ciencia y la tecnología? Hacer esto constituye un factor y una necesidad importante para el futuro desarrollo económico del país y de las personas.

Es por ello que, en la medida en la que se fortalecen las actividades de promoción y medición de una cultura científica entre los ciudadanos, entran en escena los estudios de Percepción Social de la Ciencia (PSC), la cual comienza a ser reconocida como un campo de interés creciente para los investigadores, académicos y tomadores de decisiones en política científica en el mundo desarrollado en general y ahora en los países iberoamericanos en particular.

Las encuestas son el instrumento básico de los estudios de PSC (Ministerio de Ciencia y Tecnología [MCyT], 2004, p. 28), cuyos resultados son utilizados para diseñar y ejecutar planes de difusión social de la ciencia, así como políticas públicas de ciencia y tecnología. Ahora bien, con el desarrollo de la investigación social sobre la ciencia y la tecnología, se ha venido haciendo cada vez más claro que adicionalmente a las encuestas que miden el grado de alfabetización, interés y a veces actitudes, debería obtenerse además información sobre diversos aspectos del ámbito de la apropiación social del conocimiento, como los impactos negativos y riesgos generados por la ciencia y la tecnología, el uso político y el valor económico.

Es importante reconocer que el uso de las encuestas de PSC para medir la cultura científica ha generado amplio debate desde el momento mismo en que se determinaron sus primeras dimensiones (conocimientos, actitudes, interés, acceso a la información), esencialmente porque este enfoque lleva implícita la aceptación de una noción de “cultura científica” como apropiación de la ciencia y la tecnología en tanto atributo individual. La experiencia de más de 30 años de uso de esta idea de “cultura científica” ha revelado que es insuficiente para comprender la circulación y uso social del conocimiento científico-tecnológico y la participación ciudadana en ciencia y tecnología, dado que esta aproximación no contempla las complejas interacciones del sistema conformado por la ciencia, la tecnología y la sociedad (MCyT, 2004, p. 21). Empero, es recomendable continuar con los estudios de PSC, a pesar de esas limitaciones, particularmente con públicos aún no evaluados como son los adolescentes, los profesores de educación básica y media superior, entre otros.

Actualmente se parte de una concepción de cultura como atributo de la sociedad y no solamente como cualidades individuales, y así se vuelve posible analizar el grado en que la cultura de la sociedad está impregnada por contenidos de ciencia y tecnología. Lo que interesa es analizar en qué medida alcanza un nivel de integración suficiente como para convertirse en contenidos que se

expresan en las prácticas generales de la sociedad y en componentes del sentido común de sus integrantes. O bien en que medida la cultura científica ha asumido el reto de fomentar la ética y la moral ecológica; entendiendo la ética ecológica como “la comprensión del deber ser”, sustentado en conocimientos para impulsar los valores ecológicos y preservar el medio ambiente, lo que permitiría comprender de manera responsable el uso y cuidado de los recursos naturales, como el agua o el manejo responsable de la basura, por citar algún ejemplo; y la moral ecológica como “el hacer del deber ser”, lo que se sustenta en la convicción personal de asumir como propios los valores ecológicos, generando con ello satisfacción personal al cumplirlos, ya que el no cumplir generaría sentimientos de culpa y vergüenza.

Un punto interesante que se discute en el ámbito de la cultura científica es la “cientización” de la cultura que es, entre otros procesos, resultado de la comunicación social de la ciencia, así como también del nivel educativo de la población, del grado de participación –inclusive conflictiva- de la población en la toma de decisiones sobre la ciencia y la tecnología, de tensiones y resoluciones de situaciones problemáticas a las que una sociedad se ve enfrentada (guerras, epidemias, etc.) sobre las cuales la ciencia y la tecnología tienen capacidad de formular argumentos integradores de la cultura. Todos estos son factores que suponen hipótesis en las que solamente se pone énfasis en la educación formal y la comunicación pública como factores formativos, dejando a veces de lado los ambientes educativos no formales e informales. Las instituciones, mecanismos sociales y procesos que promueven la cultura científica de la población son también rasgos de la cultura de la sociedad.

De esta forma, siguiendo la tradición de los estudios de PSC, se considerará el concepto de cultura científica como la cualidad de comprensión de conocimientos, actitudes e intereses, y expectativas del público en general respecto de las cuestiones científicas y tecnológicas. Ciertamente, no son estos los únicos factores causales de la apropiación de la ciencia y la tecnología por parte del público, pero son los que se privilegian en los estudios que se realizan con el apoyo de la encuestas de percepción social. Algunos de ellos están referidos al plano de las conductas individuales, que en algunos casos son captados en las encuestas, de cuyos resultados se abstraen afirmaciones sobre contenidos de representación, prácticas sociales, evaluaciones, etc., del papel de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

Con estas consideraciones es posible construir una serie de indicadores basados en el complejo concepto de cultura científica que no sólo sirva para medir el status o los avances en la educación formal y no formal de los ciudadanos en términos de su alfabetización científica sino también y fundamentalmente los avances en las capacidades de negociación humana y social de una sociedad determinada.

En México, en los últimos 12 años, se han realizado diversos intentos por conocer aspectos diversos de la cultura científica de los mexicanos, a partir de

conocer su percepción social de la ciencia. Las encuestas aplicadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt, 1997, 2001, 2003, 2005) han consultado a los ciudadanos mayores de 18 años. Sin embargo, la consulta no ha abarcado a un sector de la población sumamente importante para nuestro país como son los adolescentes de 15 a 19 años.

Es importante hacer notar que en el ámbito iberoamericano, únicamente España, en las encuestas formuladas en 2004 y 2006, ha incluido a los adolescentes entre los públicos que debieran responder a la encuesta. Este dato es significativo para dar impulso a nuevos instrumentos de captación de opinión entre los adolescentes.

En este trabajo se ha considerado conocer lo que saben, opinan o dicen los adolescentes acerca de la ciencia con el fin explorar los factores más significativos que conforman el estudio de la cultura científica, a través de su percepción social de la ciencia, como lo son los conocimientos, las actitudes y los hábitos y comportamientos que suelen expresar como formas de participación social en un contexto determinado como es la Ciudad de México.

I. ANTECEDENTES

1. CULTURA CIENTÍFICA

En 1972, la *National Science Foundation* (NSF) incluye un capítulo sobre comprensión y actitudes públicas hacia la ciencia en su informe de Indicadores científicos y tecnológicos. En Europa, las principales referencias de la percepción social de la ciencia son las encuestas de Gran Bretaña de 1988 y 1996 (Durant, Evans y Thomas, 1992) y el Eurobarómetro (1993), un proyecto de la Comisión Europea para investigar la opinión pública con respecto a varios tópicos entre ellos la ciencia y la tecnología.

A grandes rasgos, los indicadores tradicionales de esas encuestas se organizaron en tres ejes analíticos:

1. Interés del público en la ciencia y la tecnología, como forma de medir la importancia relativa que se le otorga a la investigación y desarrollo en la sociedad.
2. Conocimiento, como forma de examinar el nivel de comprensión de conceptos científicos considerados básicos.
3. Actitudes, lo cual comprende tres aspectos. a) Información acerca de las actitudes de la sociedad respecto al financiamiento público de la investigación, b) Indagaciones sobre la confianza del público en la comunidad científica y c) Percepciones sobre riesgos y beneficios de la investigación y el desarrollo.

Otros estudios que utilizaron metodologías similares a las primeras encuestas fueron desarrollados en Rusia (1995), Suecia (1996) y Bulgaria (1997). En Iberoamérica, países como México (1997, 2001, 2003, 2005), Argentina (Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva [Secyt], 2004), Brasil (Albornoz, Vaccarezza, Polino y Fazio, 2003), Colombia (Colciencias, 2004), España (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología [Fecyt], 2004, 2006), Panamá (Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología [Senacyt], 2001), Uruguay (Albornoz et al, 2003) y Venezuela (MCyT, 2004) han elaborado en el marco de sus Planes Nacionales de Ciencia y Tecnología, un número importante de encuestas con el fin de profundizar en el diagnóstico de cómo sus ciudadanos perciben y entienden la situación actual de la ciencia en sus respectivos países.

Algunos de estos ejercicios de consulta se han desarrollado esencialmente en el marco de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), organismos regionales de amplia experiencia en estos asuntos. Estos fortalecieron la creación del Grupo Redes (Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior), en Argentina, con el fin de realizar encuestas de percepción y comprender la dinámica de las interacciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y de orientar los planes de desarrollo científico y tecnológico en los países involucrados. En general, Redes plantea propósitos como: a) contribuir al proceso

de reflexión teórica para el desarrollo de indicadores de cultura científica; b) sentar las bases para el diseño de instrumentos de medición que reflejen las particularidades de la región, y permitan la comparación internacional; c) aportar nuevos elementos para la definición de políticas públicas en la materia; y d) conformar una red de grupos de investigación para el intercambio y la discusión teórica-metodológica.

Posteriormente, a partir del Proyecto Iberoamericano de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana realizado por el Grupo Redes, la Universidad de Oviedo y la Universidad de las Islas Baleares (Redes, 2001), ambas de España, desde la década de los años 90, se ha ido configurando un escenario en el cual se convalidó la necesidad de que la participación democrática en el mundo moderno necesita una mayor comprensión de la ciencia y la tecnología por parte de los ciudadanos. Esto favoreció el reconocimiento de la importancia crucial de que el gran público esté informado, conozca y comprenda sobre la ciencia, la naturaleza y la dinámica de la investigación científica y que toda la sociedad debe ser participe de los logros científicos y esté en condiciones de discutir los dilemas que plantea la investigación científica.

Con lo anterior, el estudio de la PSC ha alcanzado cierto grado de desarrollo en varios países de Iberoamérica, con lo que se ha puesto en marcha el proyecto de indicadores iberoamericanos de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana que se ha abocado a realizar análisis cualitativos sobre el marco institucional de la cultura científica, participación de los ciudadanos en temas claves de la investigación y el desarrollo, percepción y consumo de información científica a través de diversas fuentes, percepción de los riesgos asociados a la ciencia y la tecnología, y análisis de los elementos que configuran el imaginario social sobre ciencia y tecnología.

Los resultados de estas investigaciones ayudaron a formular la primera encuesta comparativa de carácter piloto y exploratorio que se aplicó en 2002 en Buenos Aires, Sao Paulo, Montevideo y Salamanca. Los resultados del estudio piloto fueron muy significativos y estimularon un debate regional hasta ese momento no explicitado. La tendencia general que mostró la encuesta fue la misma en las cuatro ciudades. El imaginario social percibe la ciencia como una aventura de grandes descubrimientos y avances tecnológicos, siendo útil para mejorar la calidad de vida en términos de condiciones materiales, salud, etc. A pesar de algunos puntos de vista negativos sobre temas específicos (como la energía nuclear, y ciertas aplicaciones biotecnológicas) el público percibe que la ciencia es una necesidad. Todas estas expresiones caen dentro de un contexto general donde la información científica no es seguida por el público y donde la participación ciudadana en aspectos controversiales es escasa.

Con el desarrollo de la investigación social sobre la ciencia y la tecnología, se ha venido haciendo cada vez más claro que a diferencia de las encuestas tradicionales, que miden habitualmente el grado de conocimientos, el interés y, a

veces, las actitudes del público, debería recogerse además, información sobre diversos aspectos del ámbito de la apropiación social como el conocimiento de impactos negativos y riesgos generados por la ciencia y la tecnología, así como la conciencia de su uso político y valor económico. Es decir, debería integrarse un componente crítico en la medición de conocimientos.

Hoy en día, la comprensión de la cultura científica requiere entonces ampliar el análisis al protagonismo de la sociedad civil en debates públicos y procesos de toma de decisiones sobre cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología, como mecanismos de apropiación social de los conocimientos de origen científico y tecnológico. En este sentido, la cultura científica está estrechamente asociada a la participación ciudadana, pues induce mediante ésta la formación democrática de la ciudadanía, siendo a su vez reforzada mediante el aprendizaje social generado por esa participación.

Así, la PSC, desde la perspectiva de la apropiación social supone indagar las motivaciones y oportunidades que tienen los ciudadanos para acceder y apropiarse de contenidos científico-tecnológicos, así como las circunstancias, en tanto que consumidores y en tanto que ciudadanos, en las cuales hacen algún uso de la cultura científica; y, al mismo tiempo, en la toma de decisiones sobre políticas públicas, proyectos o actuaciones en materia de ciencia y tecnología, y en los debates sociales que en torno a este proceso se generan.

Convencionalmente se ha planteado la necesidad de la educación científica como prerequisite para la participación social en la toma de decisiones relacionada con las políticas públicas de ciencia y tecnología. Pero puede explotarse el argumento inverso: la posibilidad de analizar tanto el involucramiento en debates públicos como la participación social en estas políticas como generadores de procesos de “culturización científica”.

La cultura científica entendida de forma activa supone un tipo de conciencia adquirida por los ciudadanos cuando se ven involucrados en decisiones personales o problemas sociales relacionados con la aplicación de la ciencia y el desarrollo tecnológico. Por ejemplo, cuando una asociación de vecinos busca, obtiene y utiliza información sobre efectos biológicos de la radiación electromagnética a la hora de considerar críticamente la posible instalación de una antena de telefonía celular sobre el tejado de su edificio o en el terreno baldío de al lado. (MCyT, 2004, p. 33).

En este sentido, la adquisición de una cultura científica es con frecuencia la experiencia del aprendizaje social inducido por la implicación individual en procesos de conflicto y participación. La temática de la participación ciudadana forma parte de la medición de la cultura científica debido fundamentalmente a tres razones: el aprendizaje social normalmente inducido por los procesos de participación; la imposibilidad de restringir las experiencias de participación a los cauces institucionales establecidos; y la necesidad de evitar una visión pasiva del proceso de culturización. Incorporar estos rasgos al medir cultura científica es

medir indirectamente una variedad de modalidades de participación en el mundo actual, algunas ordenadas y otras no. Aparece como pertinente entonces, explorar el conocimiento que tiene el público de la compleja red de relaciones del conocimiento (centros académicos, laboratorios tecnológicos, consultores de ingeniería, profesionales, divulgadores, reguladores públicos, compradores y proveedores, etc.) y el tipo de participación de cada uno y de sus intereses en el proceso global de producción y transmisión de conocimiento (Redes, 2001).

Percibir a la ciencia y la tecnología como un sistema bastante más complejo y con actores sociales variados y distintos a los personajes científicos, revelaría un grado de atención y reconocimiento del proceso de la producción y distribución de conocimientos de importancia para los fenómenos de participación social. Esta percepción puede ser referida a públicos generales o a públicos específicos (por ejemplo, jóvenes y adolescentes que visitan museos, pacientes internados en hospitales y sus familiares, agricultores que forman parte de cooperativas de producción, etc.). Más allá de la medición de la credibilidad de cada uno de estos actores, lo que interesa analizar es el imaginario social, es el mapa de intereses y relaciones que construye el conjunto de estos actores sociales, y en qué basan sus niveles de legitimidad. Sería interesante realizar estudios que exploraran orientaciones espontáneas del público hacia los expertos y posibilidades de diseños institucionales para mejorar el sistema de relaciones sociales con expertos.

1.1 La Ciencia en la Sociedad

Actualmente, la ciencia está profundamente relacionada con la realidad social e inmersa en ella. Las reflexiones que se hacen acerca de las condiciones en que se desarrolla la ciencia y el proceso de producción del conocimiento y su incidencia social le han dado un giro respecto al sentido único del progreso científico-tecnológico inicialmente orientado al servicio exclusivo de la comunidad científica, para orientarse hacia la rendición de servicios a la sociedad, como se refleja en la preocupación para la incidencia de la ciencia en “bienes sociales o comunes” (Muñoz, 2002).

En la historia de la humanidad, el hombre ha procurado garantizar y mejorar su nivel de vida mediante un mayor conocimiento del mundo que le rodea y un dominio más eficaz del mismo, mediante un desarrollo constante de la ciencia. En la época actual una de las características es la imbricación indisoluble, la interacción indiscutible y el acople de la ciencia con la sociedad. La ciencia es uno de los factores esenciales del desarrollo social y está adquiriendo un carácter cada vez más masivo.

No podemos entender los efectos de la ciencia solamente en la sociedad actual, ellos inciden también, y de manera profunda, en el futuro de la humanidad. En las sociedades tradicionales estaban bien definidas las funciones del individuo, había una armonía entre la naturaleza, la sociedad y el hombre. Pero la ciencia

trajo consigo la desaparición de este marco tradicional, la ruptura del equilibrio entre el hombre y la sociedad y una profunda modificación del ambiente. Aunque no debemos culpar directamente a la ciencia.

Los progresos de la ciencia han sido muy rápidos en los países desarrollados; en cambio, en los países subdesarrollados su adquisición es tan lenta que cada día la diferencia entre dos tipos de países se hace más grande. Dicho retraso contribuye a mantener e incluso a agravar la situación de dependencia de los países subdesarrollados con respecto a los desarrollados.

La ciencia ha llegado al punto de influir sobre la mentalidad de la Humanidad. La sociedad de hoy no está cautiva en las condiciones pasadas o en las presentes, sino que se orienta hacia el futuro. La ciencia ha pasado a ser un factor clave para el desarrollo social, que cala cada vez más a fondo en los diversos sectores de la vida. La ciencia trata de establecer un conocimiento común sobre el que exista un consenso y que se base en ideas e información cuya validez sea independiente de los individuos.

Por tanto, la sociedad requiere estar actualizada en el conocimiento y uso de los nuevos descubrimientos científicos y desarrollos tecnológicos que con gran rapidez se están generando en los últimos tiempos. La producción de bienes y servicios requiere de “fuerza de trabajo con cultura científica” (*scientifically literate workforce*), capacitados para el manejo y reparación de las nuevas máquinas y sistemas empleados para dichas producciones, como son las computadoras, las máquinas y equipos automatizados, las fotocopiadoras, faxes y demás equipos de telecomunicaciones, entre otros.

1.2 Definición de Cultura Científica

En los diccionarios de la lengua española es frecuente encontrar tres acepciones de cultura: a) como conjunto de conocimientos adquiridos por la persona que permite desarrollar el sentido crítico y el juicio, b) como instrucción o conjunto de conocimientos no especializados que se supone debe poseer toda persona educada, c) como conjunto de modo de vida, conocimientos y grado de desarrollo de una colectividad humana o de una época. En las dos primeras acepciones, la cultura se relaciona con los individuos, mientras que en la tercera está asociada a una dimensión colectiva (Muñoz, 2002).

La tercera acepción ofrece un modo más estructurado para contribuir a la cultura científica e informar sobre temas relacionados con la ciencia, la tecnología y sus productos; pero no solo se debe considerar la disposición de conocimientos sobre hechos o datos, sino que se deben tener en cuenta los intereses, las actitudes y las acciones que manifiestan los individuos y reconocer la importancia de los procedimientos, de los procesos, la naturaleza del conocimiento en función de los temas y las técnicas aplicadas en el desarrollo científico-tecnológico.

La definición de cultura científica ha sido una preocupación constante en muchos países y particularmente en aquellos que adquieren conciencia de sus deficiencias científico-técnicas respecto a los países más desarrollados. La acepción general de cultura científica está vinculada entonces con el tipo de relación que se establece entre la ciencia y la sociedad y la metodología asociada a su valoración. Con esta visión surgió no solo una preocupación por la definición de cultura científica sino un campo de estudios que ha cobrado forma bajo el nombre de Cultura Científica o Percepción Social de la Ciencia (Polino, Fazio y Vaccarezza, 2003).

La cultura científica se presenta como un campo multidisciplinario que se puede abordar desde diferentes perspectivas para su planeación, análisis, ejecución y evaluación. De la visión empleada dependerá la elección del marco teórico y por ende la metodología y los criterios de evaluación de los productos que resulten. En este proyecto se abordará la cultura científica como un aspecto estructural de la sociedad, entendida como “el conjunto de aspectos simbólicos, valorativos, cognoscitivos y actitudinales de los miembros de la sociedad sobre la función de la ciencia y la tecnología, la importancia y beneficio de su actividad [...] y el manejo de contenidos básicos del conocimiento científico” (Secyt, 2004, p. 11).

Hoy en día y desde hace tiempo, hay un debate en torno a los componentes de la cultura científica, la alfabetización científica y la percepción social de la ciencia. De momento parecen expresiones análogas pero no lo son. En Estados Unidos y Gran Bretaña, se utiliza alternativamente la denominación *public understanding of science y scientific literacy*. En Canadá está muy extendido el término *public awareness*. Y en los países de la Unión Europea, generalmente se adopta la expresión Cultura Científica y Tecnológica.

“Se entiende la cultura científica como comprensión de la dinámica social de la ciencia, de manera que se tejen, en una interrelación entre productores de conocimientos científicos y otros grupos sociales, todos ellos como partícipes del devenir de la cultura, produciendo significados cuyos orígenes y justificaciones provienen desde distintas prácticas, intereses, códigos normativos y relaciones de poder, entendiéndose como un devenir continuo.” (Vaccarezza, 2008, p. 110).

La cultura científica de la sociedad se concreta en la manera como los individuos se relacionan con la actividad científica. Para Zamarrón (2006, p. 139), una persona con cultura científica requiere contar con información pero también con una preparación y habilidades que le permitan situar el conocimiento en su esencia y su sentido. Se entiende que esto significa una capacidad de análisis y contextualización de lo que sucede en el mundo de la ciencia. Sin comunicación social de la ciencia es imposible alcanzar cultura científica. La necesidad de acrecentar esta cultura científica en la sociedad se vincula en los días actuales a la gobernanza. En el caso de la ciencia, este concepto aparece relacionado a la toma de decisiones sobre la orientación pública de la actividad científica, basada en la deliberación.

En este sentido, Zamarrón (2006, p. 134) refiere la tendencia actual de considerar a los ciudadanos partícipes de las decisiones que afectan su vida en todos los ámbitos. Por ello, “[...] para lograr individuos participativos en esta nueva sociedad, una condición necesaria es el grado de conocimientos y de cultura científica y tecnológica que posean” tanto los ciudadanos como los gobernantes, lo cual adquiere enorme importancia en los países en desarrollo, con el fin de disminuir la dependencia global que se tiene con respecto al mundo desarrollado.

La cultura científica va más allá que la “alfabetización” en ciencia. Datos, conceptos, teorías, inventos, etc. forman parte de la información mínima de un ciudadano educado. Pero el concepto de cultura científica trasciende el acopio de información que se pueda adquirir, que por demás siempre será poca para el caudal de conocimiento científico acumulado por la Humanidad solamente en las últimas décadas. Más que el conocimiento, la comprensión de la ciencia como producción intelectual y social, son fundamentales para pensar en la cultura científica del ciudadano del siglo XXI.

El nivel de cultura científica de la sociedad (*civic scientific literacy*) está determinado por al menos dos aspectos básicos: a) entendimiento de conceptos básicos (vocabulario científico básico) y b) entendimiento de procesos o métodos científicos como formas de prueba de la teoría en la realidad. Calificar a las personas bajo estas consideraciones las clasificaría al menos en tres categorías:

- Bien Informados (BI): Son los individuos que muestran un alto nivel de entendimiento de conceptos y procesos, por lo que resultan ser los más capacitados para adquirir y comprender información científica o tecnológica y tienen potencial para discernir y opinar sobre controversias en temas relacionados.
- Moderadamente Bien Informados (MI): Se refiere a los individuos que muestran un nivel aceptable en las dos dimensiones de entendimiento.
- Individuos con Información Escasa (IE)¹: Son las personas con entendimiento limitado en ambas dimensiones.

Empero, la confección de indicadores de cultura científica considerando simplemente los conocimientos y competencias individuales no refleja el sentido social de la ciencia. Mediante un abordaje diferente, pero en un contexto similar, Godin y Gringas (2000) definen la cultura científica como la expresión de todos los modos a través de los cuales los individuos y la sociedad se apropian de la ciencia y la tecnología, y sostienen que aquella tiene dos dimensiones, la individual y la social.

¹ Estudio sobre percepción pública de ciencia y tecnología en México
http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/docs/Estadisticas2/encuesta_percepcion_1998.html

1.3 Alfabetización Científica

Tradicionalmente se ha asociado la Alfabetización Científica con la Cultura Científica. A mediados del siglo XX no existía una preocupación con o hacia los públicos de la ciencia, pues se suponía que la sociedad confiaba en el accionar científico, básicamente a través de la noción de que la ciencia era buena. Sin embargo, con el fin de la Segunda Guerra Mundial la imagen pública de la ciencia quedó marcada por la amenaza nuclear y por los visos de una tecnología desbocada que se identificaba como producto del desarrollo científico.

En este contexto surgió el movimiento de la alfabetización científica, por el interés de algunos científicos de promover que la sociedad participe en las decisiones del gobierno y de educar al político y al ciudadano para que influyeran en las decisiones. Esta acción tenía antecedentes importantes en científicos sociales como Max Weber y filósofos y educadores como Dewey. En los últimos 40 años se adoptó el término alfabetización, que hasta entonces había estado encerrado en el ámbito de la educación formal, en una nueva frase: la alfabetización científica, como un proyecto proactivo de emancipación de las personas por medio del conocimiento. Como tal, la noción se aplica a personas que han sido educadas a través de mecanismos no formales de difusión y de apropiación social de la ciencia. De allí la importancia que se le atribuye a los medios como la TV, la radio, los periódicos, los museos y los libros y revistas de divulgación científica en este proceso.

Ahora bien, no hay una definición única en la literatura especializada sobre el tema acerca del tipo de competencias que deberían formar parte del acervo de una persona para considerarla científicamente alfabetizada. Con todo, puede decirse que el término cobija una noción vinculada al proceso de aprendizaje y presupone que un mayor conocimiento posibilita que el individuo realice juicios informados sobre temas de interés colectivo y tome decisiones personales para participar de la vida social, cultural y económica de la mejor manera. Por otro lado, también se le suele asociar como garantía de participación ciudadana, a partir de la comprensión tanto de los aspectos institucionales de la actividad científica y tecnológica como de los intereses en juego en la actividad y las consecuencias de su desarrollo.

De acuerdo con Roth y Lee (2002) la alfabetización científica es una propiedad de la actividad colectiva, más que de mentalidades individuales. En otros trabajos, Albornoz et al. (2003) y Polino et al. (2003) basados en argumentos de Wynne (1995) también se discute la noción de alfabetización y cultura científica: la propia noción de cultura científica es problemática. Los resultados de las encuestas reflejan un modo de entender la cultura científica como una forma de instrucción, de acumulación de saberes, sea esto socialmente válido o no. En este sentido se observa la similitud entre cultura científica y alfabetización científica, como maneras de aproximar a los ciudadanos a la forma de conocer, actuar y sentir de los científicos y la ciencia. Sin embargo, como ésta es siempre una condición deficitaria (modelo de déficit), la alfabetización científica se

constituye como función cultural subordinada a la autoridad del conocimiento científico.

A nuestro entender la alfabetización científica no tiene un carácter equivalente a la cultura científica, ya que, como se ha dicho, ésta última exige una mirada sistémica sobre instituciones, grupos de interés y procesos colectivos estructurados en torno a sistemas de comunicación y difusión social de la ciencia o a mecanismos de evaluación social de la ciencia más amplios que los que la alfabetización científica ha impulsado.

1.3.1 El modelo de déficit y su crítica

La cultura científica observada desde una perspectiva de alfabetización científica arroja resultados previsibles de baja comprensión (Volpe, 1984). Si se parte de la base de que el público debería pensar y razonar en los mismos términos como lo hace un científico, las diferencias de conocimiento y pensamiento entre ambos generan un grave conflicto, ya que los científicos se posicionan como especialistas y el público resulta una entidad pasiva.

La cultura científica tomada como “ignorancia” que debe ser satisfecha, proviene de un enfoque pedagógico. Es decir, es un problema de educación popular que debe corregirse. Desde esta perspectiva se establece que el público debe recibir información científica de parte de los científicos, lo cual se traduce en un esquema lineal. La mayoría de las prácticas de comunicación de la ciencia tienden todavía a identificar las carencias cognoscitivas del público y luego intentar suplirlas.

Las investigaciones alrededor del modelo de déficit han mostrado que éste no conduce a un cabal entendimiento de la comprensión de la ciencia por parte del público y han permitido reflexionar sobre la carga ideológica que significa caracterizar a los científicos como los que saben y a los no científicos como los que no saben. Ahora bien, se reconoce que para que una persona logre participar en la toma de decisiones que afectan su vida debería poseer los conocimientos científicos suficientes que le permitan opinar con fundamento sobre temas tan actuales como los alimentos transgénicos, la destrucción de la capa de ozono, el genoma humano, entre otros, y le permitan comprender lo que acontece en el mundo y en la sociedad. Pero esto no sucede así. Entre las causas está seguramente el analfabetismo científico y la imagen elitista de la ciencia que mucha gente se ha esforzado por difundir. De ello resulta una generalizada incompreensión social de la ciencia que se pone de manifiesto a través de la gran cantidad de falsedades, especialmente en temas de medio ambiente, la tecnología y la salud.

Hasta ahora ha sido difícil cuantificar los alcances de la incompreensión, aunque no deben pasar desapercibidos los intentos de Miller (1987) y Durant et al. (1992) quienes en Estados Unidos y en Inglaterra, respectivamente, y empleando diferentes metodologías, llegaron a la misma alarmante conclusión acerca del

grado de analfabetismo científico que imperaba por lo menos hace unos cuantos años en aquellos países. A pesar de éste y otros grandes esfuerzos de medición, se discute aún la pertinencia de la evaluación de la cultura científica a través del registro del déficit cognoscitivo: para muchos este modelo se encuentra hoy desacreditado, dado que la comprensión de la ciencia depende de manera crucial del entorno social en el cual el conocimiento se vuelve operativo. Otros puntos de vista más actuales sugieren hacerlo de manera más realista (Wynne, 1991) indagando a qué se refiere la gente cuando habla de ciencia, identificando sus fuentes de información o conociendo cómo el público en general recibe y valora los temas científicos.

1.4 Percepción Social de la Ciencia

Percepción es el proceso mediante el cual la conciencia integra los estímulos sensoriales sobre objetos, hechos o situaciones y los transforma en experiencia útil. La percepción es la interpretación de las sensaciones dándoles significado y organización (Matlin y Foley, 1996). Según Parales (2004) el concepto de percepción es visto como una de las características del desarrollo del pensamiento que hace referencia a la construcción de entendimiento y puntos de vista sobre hechos y cosas.

La naturaleza del fenómeno perceptivo entraña necesariamente un enfoque multidisciplinario de investigación, debido al amplio espectro de cuestiones relacionadas con el tema. Problemas estéticos, epistemológicos y psicológicos convergen en torno a los esfuerzos por entender cómo percibe el hombre. Al entender la percepción se pueden ofrecer respuestas a cuestiones tan complejas como el funcionamiento real de la mente en relación con la evidencia anatómica, la naturaleza de la conciencia humana, la relación entre el hombre y los objetos de su conocimiento, y la naturaleza de las representaciones y del razonamiento sobre ellas, en un mundo esencialmente simbólico (Lozano, 2009).

La PSC es uno de los temas sobre el cual en la actualidad muchos estudiosos realizan investigaciones de carácter socio-cultural, luego de constatar que existen dificultades y se están generando problemáticas que requieren análisis en torno a la cultura científica. ¿Cómo perciben los ciudadanos los efectos positivos de la ciencia y la tecnología sobre el desarrollo económico y sobre la mejora en sus condiciones de vida y de trabajo? ¿Existen impactos negativos sobre la inapropiada utilización de los resultados de investigaciones científicas y tecnológicas? ¿Qué grado de confianza inspiran los científicos y sus investigaciones? ¿En qué medida y de qué forma participa la sociedad en la elaboración de planes y proyectos de este tipo? ¿En la era del conocimiento, y de la globalización de la información, cuánta información y de qué tipo puede ser entendida, apropiada, asumida e incorporada al conocimiento de la población? ¿Qué piensan los adolescentes y jóvenes sobre la ciencia y la tecnología? ¿Por qué la matrícula en carreras universitarias como biología, química, matemáticas, geología y otras afines está decreciendo actualmente en México y en muchos países de Iberoamérica?

La inserción de los países latinoamericanos en la globalización los ubica en una situación de mayor competencia en todos los niveles, la cual se apoya fuertemente en los nuevos descubrimientos científicos y en la generación de nuevas y mejores tecnologías. En la actualidad muchas personas en esta región utilizan una computadora en casa o en la oficina, manejan automóviles con inyección electrónica de combustible, consultan reportes del clima generados vía satélite y toman medicinas modernas basadas en nuevas biotecnologías desconocidas apenas la década pasada. Es así como los resultados de la investigación científica y sus aplicaciones tecnológicas intervienen en todos los aspectos de la sociedad moderna. Debido a ello indagar lo que saben y piensan las personas acerca de la ciencia y la tecnología es un factor importante para el futuro buen desarrollo económico de los países y de las personas, dado que se reconoce que el conocimiento y entendimiento de las actividades científicas y tecnológicas son necesarias para hacer juicios y elecciones en la vida diaria, así como una buena actitud de las personas hacia estas actividades permite trazar caminos que lleven a generar políticas tendientes a mejorar e impulsar dichas actividades².

El beneficio que las sociedades puedan recibir de la ciencia y la tecnología se ve mediado en algunos casos por la percepción que distintos sectores de la población tienen sobre la utilidad de la investigación científica y el desarrollo tecnológico para el crecimiento económico y social. Por tanto es necesario entender dos aspectos esenciales en torno a las políticas de comunicación social: en primer lugar, la motivación social que se debe generar para que se aprovechen las capacidades científicas y tecnológicas instaladas. En segundo lugar, crear una opinión ciudadana con sentido social y crítico responsable diseñando políticas de ciencia y tecnología que coadyuven a lograr la formación de un público informado y políticamente activo.

El análisis de la PSC es diferente hoy día en los países desarrollados y los países llamados del Tercer Mundo o en vías de desarrollo. Mientras que en los primeros la intención fundamental se centra en que la sociedad controle de forma creciente el desarrollo de la ciencia, en los últimos, especialmente en América Latina y el Caribe la actividad científica y tecnológica no cuenta con una estrategia institucionalizada socialmente ni se la considera un recurso de crecimiento, aunque existen casos de excepción. Ello significa que no es fácil que se piense siquiera en que los ciudadanos tengan aún una participación activa y directa en las decisiones sobre los temas científicos, no obstante esta misma situación constituye un reto para estudiar vías y diseñar proyectos para su posible realización.

Los primeros estudios de PSC habían estado referidos al proceso de comunicación social y a su impacto sobre la formación de contenidos, actitudes y expectativas de los miembros de la sociedad sobre la ciencia y la tecnología. Aunado a esto, los estudios tradicionales de cultura científica se referían a la

²

http://www.siicyt.gob.mx/siicyt/docs/Estadisticas2/encuesta_percepcion_1998.html

familiaridad con la ciencia, y a una educación científica que generalmente han ostentado diversos grupos sociales de una sociedad en particular, siendo en este caso la autoridad científica el referente de comparación. Con el paso del tiempo, la participación ciudadana en aspectos de ciencia y tecnología se ha vuelto una preocupación, en tanto se pretende ganar el aporte de los ciudadanos en ámbitos que hasta ahora habían sido de decisión científica soberana.

En las últimas dos décadas se ha ido configurando un escenario en el que la participación democrática en el mundo moderno necesita de una mayor comprensión de la ciencia y la tecnología por parte de los ciudadanos. Tal decisión ha favorecido la idea de que el público debe estar informado, que conozca y comprenda la ciencia, la naturaleza y la dinámica de la investigación científica, con la finalidad de que la sociedad sea partícipe de los logros científicos y que esté en condiciones de discutir los dilemas y desafíos que plantea la propia investigación científica.

Entonces, la percepción que la sociedad tenga de los científicos, las instituciones científicas y los resultados del conocimiento, así como del establecimiento de mecanismos más habituales para la canalización de demandas de conocimiento, estarán en buena medida determinadas por las formas en que la comunidad científica y las políticas de ciencia y tecnología integran a la sociedad en el sistema científico-tecnológico. Dicho sea de paso, en la medida en que la orientación de la investigación científica se dirija a la solución de problemas sociales concretos.

Esto es particularmente relevante para América Latina, donde por ahora parece tener un mayor sentido pensar en la apropiación social de la ciencia y la tecnología desde la utilización del conocimiento y no tanto a partir del cuestionamiento a las consecuencias del desarrollo de la ciencia y la tecnología actual (Márquez, 2003).

En los últimos años, la PSC ha ampliado su nivel de importancia principalmente por tres aspectos (Polino et al. 2003):

- 1) El intento de la comunidad científica por asegurar el financiamiento público necesario para el funcionamiento de las instituciones y mecanismos de la ciencia (carácter político). Este intento pretende legitimar socialmente la actividad de la investigación y desarrollo.
- 2) La proliferación de organizaciones y movimientos críticos al desarrollo de la tecnociencia (movimientos antinucleares, ecológicos, etc.). Esto ha hecho cambiar las ideas de que la ciencia era una actividad apolítica y neutral.
- 3) La confección de políticas públicas como intento para mejorar la comprensión social de la ciencia.

Lo anterior establece el reconocimiento de que la ciencia desempeña un papel crucial en el mundo actual y que, además afecta la vida cotidiana y la

sociedad en su conjunto. Pero también refleja preocupaciones de índole diversa, que van desde la legitimación de la labor de la comunidad científico-tecnológica pasando por el impacto social de la ciencia y la tecnología, hasta la apropiación por parte del público del proceso de construcción, uso y distribución del conocimiento.

Se ha dicho que el instrumento básico de los estudios de percepción social de la ciencia son las encuestas, y éstas, de hecho, interpelan a los individuos de forma aislada, por fuera de las redes de interacciones sociales, económicas, políticas y culturales, mientras que diferentes contextos conducen a diferentes juicios acerca de que información es necesaria, para quiénes, y debido a que propósito (MCyT, 2004, p. 28). De cualquier forma, un estudio de esta naturaleza en públicos diferenciados sigue siendo una fuente de información invaluable.

De ahí que en vez de preguntarse qué es lo que el público quiere conocer y encontrar maneras a través de las cuales satisfacer esas demandas (Ziman, 1992), curiosamente se usa el resultado de dichas encuestas para diseñar y ejecutar planes de difusión social de la ciencia y políticas públicas de ciencia y tecnología.

La naturaleza controversial del diseño y análisis de las encuestas de percepción y cultura científica lleva a sostener que el tema debe tratarse con delicadeza. Los indicadores en la materia deben ser evaluados en función de contextos instituciones, sociales y políticos específicos y aún así dárseles un valor limitado.

1.5 Apropiación Social de la Ciencia

La apropiación social de la ciencia como concepto amplio tiene que ver con las iniciativas sociales, productivas y educativas para favorecer la cultura científica, no sólo en los especialistas (comunidades científicas y académicas) sino en la población en general. Se refiere a la participación en la creación, comprensión y uso que la sociedad hace de la ciencia y la tecnología, a su capacidad para aplicar conocimientos y maneras de hacer para entender y resolver los problemas.

El Convenio Andrés Bello (CAB) entiende la apropiación social de la ciencia como “el conjunto de procesos por medio de los cuales los ciudadanos acceden y participan en el desarrollo cooperativo del conocimiento científico y tecnológico, hacen propios los conocimientos científicos y tecnológicos e innovativos para actuar como sujetos primarios de su creación, agentes de construcción de cultura científica, y para generar aprendizajes sociales, promover el interés por la alfabetización y la cultura científica y tecnológica, fomentar la inclusión social y la participación ciudadana y comunitaria, identificar y solucionar los problemas cotidianos de las comunidades, contribuir a disminuir la inequidad y la pobreza, mejorar la calidad de vida, y aumentar su capacidad de convivencia y de paz” (CAB, 2009, p.4).

Como puede deducirse, la capacidad de organización social de una región es el factor propio por excelencia para transformar el crecimiento en desarrollo, a través de una compleja malla de instituciones y agentes del desarrollo articulados por una cultura regional. El proceso de apropiación y uso del conocimiento científico se da por parte de individuos, de organizaciones (como es el caso de empresas), o de la comunidad y de las instituciones sociales básicas de la sociedad. A través de dicho proceso, el conocimiento se convierte en un bien público que, al acumularse e interrelacionarse, pasan a formar parte del capital social con el que cuenta una empresa, una organización, una comunidad, una institución social, o la sociedad misma. Es sobre la base de este conocimiento socializado, o capital social, que las organizaciones y las instituciones sociales pueden responder a las oportunidades y los desafíos que el nuevo entorno brinda, y adaptarse a cambios rápidos que en este mismo se presentan.

Si se logra esta dinámica, el conocimiento puede “empoderar” una comunidad, o una empresa, para solucionar sus problemas y construir su futuro. Sin embargo, hay que reconocer que el conocimiento es una condición necesaria, más no suficiente, para lograr los objetivos de desarrollo. Por lo que, cuando estamos hablando de contribuir a procesos, no se pueden asumir relaciones automáticas de causa y efecto. Precisamente por esa complejidad y por la naturaleza de una “construcción interactiva”, es que debemos complementar el concepto de apropiación del conocimiento con el del aprendizaje social que el uso del conocimiento genera. Un proceso de aprendizaje social se alcanza cuando el conocimiento individual y vivencial se codifica y se logra socializar en una comunidad o una empresa, desarrollando capacidades y habilidades en las personas y en las organizaciones que les permite responder con éxito a cambios significativos.³ Por lo tanto, se trata de una de las formas más importantes de apropiación social del conocimiento. Entendido de esta forma, el aprendizaje es el proceso fundamental que lleva del conocimiento a la innovación y al cambio social.

La capacidad de generar procesos dinámicos y continuos de aprendizaje social, en una organización, en la comunidad, o en instituciones sociales básicas, es el elemento más crítico de las sociedades del conocimiento. Los dos procesos complementarios de apropiación del conocimiento, de una parte, y de aprendizaje social, por la otra, llevan a una concepción dinámica de las relaciones que se dan entre el conocimiento, el sujeto que conoce y el entorno sobre el cual el sujeto actúa con base en ese conocimiento.

Para que los resultados de la investigación sobre temas de interés nacional y sobre el entorno socio-económico se conviertan en conocimiento útil y en factor dinamizador del cambio social, se requiere de un proceso de apropiación social que pase por la creación de espacios de debate público sobre estos temas. Esto contribuye a desarrollar y consolidar “lo público”: la generación de bienes públicos

³ Fuente: Apropiación social del conocimiento. Fernando Chaparro.
www.udlap.mx/rsu/pdf/3/Apropiacionsocialdellconocimiento.pdf

de conocimiento que pueden contribuir al buen funcionamiento de la sociedad, a la formación de una opinión pública informada, a la formación del ciudadano, al fortalecimiento de la sociedad civil, a desarrollar mecanismos de resolución de conflictos basados en el respeto de opiniones diferentes en contextos multiculturales y pluri-actorales, y a incrementar la capacidad de una sociedad o de una comunidad de adaptarse a un entorno rápidamente cambiante.

1.6 La Cultura Científica en la Sociedad del Conocimiento

La noción de “sociedad del conocimiento” (*knowledge society*) surgió hacia finales de los años 90 y es empleada particularmente en medios académicos, como alternativa de “sociedad de la información”. La UNESCO, en particular, ha adoptado el término “sociedad del conocimiento”, o su variante “sociedades del saber”, dentro de sus políticas institucionales. Se trata de un modo de caracterizar a las profundas transformaciones que vienen con la acelerada introducción en la sociedad de la inteligencia artificial y de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

La necesidad de promover una cultura científica socialmente apropiable y de hacerla accesible a los ciudadanos ha creado grandes desafíos en la sociedad del conocimiento (Millar, Pardo y Niwa, 1998 y *Nacional Research Council [NRC]*, 1996). Distintos organismos internacionales y programas de cooperación en ciencia y tecnología nacionales resaltan las ventajas de la implicación del público en los debates y en las decisiones sobre ciencia y tecnología y la importancia de contar, en un país moderno, con una población capaz de entender y de participar en la formulación de políticas científicas y tecnológicas (Fecyt, 2004, p. 32).

Paralelamente, la ciencia y la tecnología han sufrido un proceso de politización explícita, que las ha conducido al centro de la arena pública y ha hecho de ellas motivo habitual de conflicto social. En la base de este fenómeno se halla la visibilidad que en las últimas décadas han adquirido los impactos negativos para la salud y el medio ambiente, así como la polarización política de las sociedades, con un extraordinaria incremento del protagonismo social y la exigencia de la rendición de cuentas. Se trata del reverso de la sociedad del conocimiento, la sociedad del riesgo donde las consecuencias colaterales del conocimiento y la tecnología son legítimamente puestas bajo escrutinio de la sociedad (Carrullo, 2002).

Una de las consecuencias que ha tenido en los países occidentales esa creciente importancia pública de la ciencia y la tecnología, así como la politización de éstas como recurso de poder y legitimación, ha sido la preocupación institucional por la percepción social de la ciencia y la alfabetización científica de la ciudadanía (tanto en la educación formal como en otros formatos de comunicación), creando un marco para reflexionar sobre la percepción de la ciencia y su nivel de comprensión en la población.

En los últimos 50 años se han sucedido diversas iniciativas políticas en este sentido, y desarrollado instrumentos de medida del nivel de alfabetización o cultura científica de los ciudadanos. La idea básica que subyace a la mayoría de las propuestas de alfabetización científica es que puesto que numerosas decisiones políticas y personales están relacionadas con la ciencia y la tecnología es necesario que los ciudadanos posean conocimientos mínimos sobre dichas actividades. El concepto de cultura científica es el de la comprensión básica de los principales resultados de la ciencia y la tecnología y del también llamado método científico (son las conocidas dimensiones de la ciencia como constructo y la ciencia como proceso. Y la principal actividad de alfabetización es la educación formal y la divulgación de la ciencia.

La cultura científica en la sociedad del conocimiento debe considerar que el modelo de déficit cognoscitivo es un modelo erróneo; que las actitudes hacia la ciencia y la tecnología no dependen exclusivamente del nivel de conocimiento y que, en cualquier caso, es equivocado asociar las actitudes negativas a la falta de conocimientos sobre ciencia y tecnología (Atienza y Luján, 1997); que se subestima el conocimiento de los impactos negativos, los riesgos y la incertidumbre, a pesar de que estos tienen una creciente visibilidad pública en los medios de comunicación y son motivo frecuente de conflictos sociales (López Cerezo y Luján, 2000); y que no suelen incluirse los contenidos de las ciencias sociales, es decir el conocimiento sobre la ciencia y no únicamente el conocimiento de ciencia y tecnología. Se omite conocimiento sobre los usos políticos del conocimiento científico, sobre el valor económico de la innovación y sobre los dilemas éticos planteados por algunas tecnologías, a pesar de que se trata de elementos constitutivos del desarrollo científico-tecnológico contemporáneo.

Según lo anterior, la cultura científica no puede entenderse ni medirse sin atender al valor y riqueza de la misma, es decir, a su significado para el sujeto –un sujeto socialmente situado. No se puede considerar científicamente culto a un individuo que sólo alberga datos, a modo de registro enciclopédico de preguntas y respuestas. Es necesario la reflexión, la integración y la explotación crítica de esa información en el marco de los sistemas cognoscitivos. Ser capaces de enriquecer la propia experiencia mediante el uso de esa información, formar juicios independientes sobre asuntos controvertidos relacionados con la ciencia, ser concientes de los interrogantes éticos y desafíos ambientales que plantean las nuevas fronteras de la ciencia y la tecnología, hacer frente a la superstición, etc. (Godin y Gringas, 2000).

Una cultura científica significativa es una cultura crítica y personalizada, es el conocimiento no sólo de hechos y potencialidades de la ciencia sino también de sus incertidumbres, de sus riesgos, y de los interrogantes éticos que plantea. Es conciencia acerca del uso político de la ciencia en la vida pública, de su carácter de ciencia reguladora en la gestión y de la necesidad de la información científica para disponer de los mejores elementos de juicio. De lo que se trata es de incorporar los enfoques sobre comprensión social de la ciencia desarrollados en

los estudios sociales de la ciencia y en aproximaciones constructivistas de la psicología social o de antropología, donde la comprensión pública no es vista como la asimilación de la ciencia por el público, sino como el acomodo de dos culturas: la de los científicos y la de los profanos (López Cerezo y Cámara, 2004).

Más esa cultura significativa también debe tener un componente disposicional, es ser capaz y tener la costumbre de hacer uso de esa información al tomar decisiones de compra o en la exposición a una tecnología médica, como consumidor, como padre, empresario o trabajador. La cultura en general y la cultura científica no pueden ser consideradas de un modo pasivo; como algo que los gestores del conocimiento proveen y los ciudadanos reciben. Se requiere asimilar esa información en el enriquecimiento de la propia vida, generando no sólo opiniones, sino actitudes y disposición a la acción. La adquisición significativa de la cultura científica supone la modificación de los sistemas de creencias de los individuos y sus pautas de comportamiento. Incluye interés por los temas de ciencia y tecnología, tendencia a la implicación en debates relacionados con los efectos sociales de la ciencia y la tecnología, pero también nuevas formas de regular la conducta como consumidor y como usuario.

II. DIAGNÓSTICO

2. EDUCACIÓN Y CULTURA CIENTÍFICA EN MÉXICO

La educación es uno de los pilares de una sociedad moderna, además de ser un derecho humano fundamental, ayuda al ser humano a alcanzar objetivos económicos y sociales. La educación, entendida como un proceso de transmisión de valores, creencias, conocimientos y sistemas simbólicos, abarca un amplio espectro que incluye la educación formal, la educación no formal y la educación informal. “Hay muchos indicios que permiten apuntar que la escuela no parece ser ni siquiera la más relevante en la formación. El contexto sociocultural [...] tiene un peso aún más decisivo. Parte de este contexto lo forman la televisión, los periódicos, el cine, los museos [...]” (Tirado, 2005, p.598), ámbitos en los que se apoyan la educación no formal e informal.

La escuela es el espacio formal que el Estado ofrece para asegurar el derecho de todos a aprender. Este derecho está consagrado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que en su artículo 3º, establece que “la educación impartida por el estado tenderá a desarrollar armónicamente todas las facultades del ser humano y fomentará en él a la vez el amor a la patria, la conciencia de la solidaridad internacional, en la independencia y en la justicia”. Con base en la constitución, el gobierno siempre ha considerado a la educación como la prioridad para el desarrollo del país. La atención educativa de los adolescentes en México se realiza en la educación básica media y media superior.

La educación no formal es “toda actividad organizada, sistemática, realizada fuera del marco oficial, para facilitar determinadas clases de aprendizaje a subgrupos particulares de población, tanto de adultos como de niños”.⁴ Esta educación puede comprender programas de alfabetización de adultos, de educación básica de niños no escolarizados, así como de cultura general. Esta categoría educativa poco a poco está ganando terreno por sus alcances, impacto, ambientes y temas de aplicación, debido a que se percibe como un instrumento cultural que se desarrolla principalmente en espacios y medios educativos extraescolares, como son los museos y los centros de ciencia y tecnología.

En la actualidad se comprende que el aprendizaje no termina nunca, sino que continúa durante toda la vida, de esta forma ha surgido un nuevo término para abordar otras formas de hacer llegar conocimientos, habilidades y es la denominada educación informal, que es la educación que dura toda la vida y que no necesariamente tiene una intencionalidad o la pretensión de buscar un aprendizaje particular. Ésta podría equipararse, en el caso de la ciencia, a la divulgación, por su carácter propiciador de una cultura científica. En nuestro país, los ámbitos educativos no formales e informales son variados, aunque muchos de ellos están desarticulados de la escuela y no necesariamente asumen su

⁴

Fuente: Instituto de estadística de la UNESCO
<http://www.uis.unesco.org/glossary/Tem.aspx?name=nonformal%20education%20&lang=es>

prometedora vocación educativa a favor de la cultura científica de los adolescentes.

2.1 La educación media y media superior

El siglo XXI inicia en México teniendo un sistema educativo amplio en su cobertura, diverso en su oferta y desafiante por los problemas de calidad, equidad, eficacia, eficiencia, pertinencia y relevancia que tiene que enfrentar. Durante muchos años, la preocupación educativa ha estado centrada en dar cobertura universal a los mexicanos, empero, esto no ha sido suficiente, dado que de cada 100 niños que ingresan a primaria, 67 terminan secundaria, de éstos 57 ingresan a educación media superior, pero el 40% abandona este ciclo, egresando por tanto 34; de éstos ingresan sólo el 25.5%, es decir 8, a educación superior.⁵ Hoy se requieren nuevas maneras de crecer y garantizar que el derecho a la educación es ante todo el derecho de los alumnos a aprender cuestiones que sean pertinentes para su vida presente y futura.⁶

Las profundas contradicciones en que se desenvuelve la educación mexicana abre el camino para reconocer que se necesitan cambios profundos en la manera de concebir la educación, sus contenidos, sus métodos y sus propósitos, en cuyo contexto se utilizarán los conocimientos, actitudes y habilidades que se desarrollen en la escuela, considerando que los alumnos son precoces, con una sensibilidad diferente a la de los escolares de hace pocas décadas, provenientes en proporción creciente de medios familiares que no pueden ofrecer el apoyo que recibían los alumnos de origen privilegiado, que antaño eran los únicos en llegar a la educación; con mayor conciencia de sus especificidades culturales; y en no pocos casos, con un creciente malestar en relación con las desigualdades de la sociedad mexicana y con la falta de oportunidades para su vida adulta.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el sistema educativo de México se encuentra por debajo del promedio de los 30 países miembros del organismo, entre los que se encuentran, Alemania, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña y Japón, entre otros. En la aplicación del Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA, 2003) México ocupó el último lugar al medir las habilidades científicas, matemáticas y de lectura. En PISA el Nivel 2 representa el mínimo necesario para la vida en la sociedad actual, y alcanzar los niveles 5 y 6 significa que un alumno está preparado para realizar actividades cognoscitivas complejas. Esta prueba se aplica a estudiantes de 15 años que estén en cualquier grado escolar a partir del primero de secundaria. Esta prueba se lleva a cabo cada tres años, y evalúa las competencias necesarias para la vida actual en lectura, matemáticas y ciencias.

⁵ Fuente: <http://www.paedagogium.com/NumerosAnteriores/treintayuno/04.html>

⁶ Margarita Zorrilla. La educación secundaria en México: al filo de su reforma. <http://www.ice.deusto.es/RINACE/reice/vol2n1/Zorrilla.pdf>

México participó, al igual que 57 países (los 30 de OCDE y 27 más) en PISA 2006 cuyos resultados se entregaron en 2007. En esta ocasión, los resultados muestran que el sistema educativo mexicano debe enfrentar dos retos importantes: Por una parte, México tiene una proporción elevada de alumnos por debajo del Nivel 2 (alrededor del 50%), lo que implica que muchos jóvenes no están siendo preparados para una vida fructífera en la sociedad actual. Por otra, nuestro país tiene muy pocos estudiantes en los niveles más altos (menos de 1% en los niveles 5 y 6), lo que significa que los alumnos de mejores resultados no están desarrollando las competencias que se requieren para ocupar puestos de alto nivel en los diversos ámbitos de la sociedad.

Respecto a entidades federativas el estudio muestra que, en forma congruente con sus Índices de Estatus Económico, Social y Cultural, el contraste es claro entre el Distrito Federal y algunos estados del norte y centro del país, como Nuevo León, Querétaro y Aguascalientes, que tienen mejores resultados, frente a entidades cuyo menor desarrollo general es conocido, y que concentran elevadas proporciones de población rural e indígena, como las del sureste.

En cuanto a modalidades educativas, las escuelas de educación media superior obtuvieron mejores resultados que las de secundaria; como en evaluaciones anteriores, los resultados más bajos se encontraron en las tele secundarias. Las escuelas privadas obtuvieron mejores resultados que las públicas en secundaria, pero en bachillerato la diferencia no es significativa.

Sobre lo anterior Rizzo (PISA, 2006) afirma que los resultados de PISA no han mejorado sustancialmente debido a la sobrecarga de contenidos curriculares, junto con las fallas en la formación de los maestros, lo que hace que éstos privilegien el manejo superficial de contenidos y no el dominio de habilidades complejas. Y añade que una buena enseñanza de las ciencias naturales –y de todas las áreas del currículo- sigue siendo una asignatura pendiente para el sistema educativo mexicano y muestra la necesidad de enfoques pedagógicos que trabajen en profundidad contenidos clave y rechacen el enciclopedismo. Por tanto, se necesita asegurar que las escuelas ofrezcan las condiciones necesarias para introducir al estudiante el valor funcional de la ciencia, capaz de explicar y predecir fenómenos, además de ayudarles a adquirir los instrumentos necesarios para indagar la realidad natural de una manera rigurosa y contrastada.

2.1.1 La educación secundaria

La educación secundaria se comprende en México como un nivel de la educación básica obligatoria y de manera semejante a lo que acontece en otros países, hoy en día se encuentra cuestionada y en crisis. Si se considera que uno de los propósitos fundamentales de la educación es construir un proceso para la apropiación de los conocimientos básicos, en México se está lejos de cumplir con dicho propósito (Tirado, 1995). Es por esto que la educación de los adolescentes

reclama nuevos contenidos y formas de realizarla de manera tal que sea pertinente a su circunstancia presente, y significativa para la futura (Zorrilla, 2004).

En la educación secundaria “los alumnos transitan la adolescencia temprana, en la cual se experimentan cambios profundos en su manera de ser y de pensar: empiezan a usar capacidades mentales más avanzadas, rebasan el nivel operatorio e ingresan al de abstracción; son más conscientes de los cambios de su cuerpo y en las relaciones con los demás; fortalecen sus valores, y exploran sus identidades e identifican sus aspiraciones futuras” (Ciencias, 2006, p. 7). El desafío en secundaria es dar respuesta a las inquietudes y necesidades personales y sociales de los alumnos e identificar las implicaciones que tendrá la educación en su vida futura como ciudadanos.

Distintos analistas coinciden en afirmar que la educación secundaria parece ser el nivel educativo más difícil de transformar en distintas partes del mundo (Braslavsky, 2001). Esto en parte se debe a que no han podido superar las condiciones que le dieron origen, es decir, atender a los sectores sociales medios y altos. Hoy en día, al irse consiguiendo la universalización de la educación primaria, ésta demanda jóvenes que provienen de todos los sectores sociales y en consecuencia, la población escolar es más heterogénea y diversa. Por otra parte, la educación secundaria continúa sosteniendo su propuesta curricular y pedagógica que le dio origen desde el siglo XIX.

Según el Observatorio Ciudadano de la Educación (OCE, 1999) existen varios problemas en la educación secundaria, por ejemplo, hay alumnos en situación de rezago grave, es decir, éstos se encuentran dos o más años atrás del grado que les corresponde, lo cual los hace vulnerables en lo que respecta a la continuación de estudios. También la educación secundaria enfrenta el problema de adolescentes y jóvenes fuera de la escuela. No todos los niños y adolescentes tienen acceso a los servicios en secundaria. Los alumnos de escuelas privadas obtienen mejores resultados, seguidos por los de secundarias públicas generales y técnicas, y, a una distancia considerable, los de las tele secundarias. Es decir, las escuelas con menos logros son las que funcionan en condiciones menos adecuadas, con recursos humanos y materiales insuficientes.

En el Distrito Federal la educación secundaria es insuficiente para asegurar a los estudiantes su acceso escolar, tanto porque se ha retraído la oferta educativa federal, como por la incapacidad del sistema escolar para retener a los alumnos vulnerables a la exclusión. Para lograr un cambio, se requiere de una reestructuración amplia que atienda de manera integral las dimensiones pedagógica, cultural, social y organizativa en que deben desarrollarse los procesos educativos para garantizar, en condiciones de equidad y calidad, aprendizajes pertinentes y significativos de los alumnos (Centro de Estudios en Economía de la Educación [CEE], 2006).

Otro elemento que pone en evidencia la necesidad de una reforma de la educación secundaria son los resultados de aprovechamiento escolar derivados de diversos estudios de evaluación efectuados en años recientes. El Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE, 2006, p. 11) afirma que en la educación básica entre los años 2000 y 2005 “la mayoría de las modalidades educativas de las escuelas secundarias no mostró cambios significativos en aspectos como comprensión lectora y en matemáticas”. En relación al género, señala que las mujeres obtienen mejores puntajes en comprensión lectora y los hombres en matemáticas.

Las deficiencias en secundaria también se corroboran con los resultados de la aplicación de las pruebas de PISA que revelan que el desempeño de los adolescentes mexicanos se ubica entre los últimos 4 lugares de un total de 40 países. En 2006, PISA (2006) reportó que el 50% de los adolescentes de 15 años se ubicó en los niveles cero y 1 del rendimiento, lo que significa que están poco calificados para resolver problemas elementales. En tanto que por entidades se identificó que Chiapas, Guerrero y Tabasco fueron las de peor desempeño.

Estos resultados evidencian que la educación secundaria, principalmente encara limitaciones en lo que se refiere a formar las competencias básicas que los adolescentes requieren para desenvolverse de manera plena en la sociedad. Lo más preocupante es que PISA valora no sólo los contenidos, sino las aptitudes de los jóvenes en estas áreas, lo que concluye que nuestros adolescentes tienen dificultades para analizar, razonar y comunicar sus ideas con eficacia.

Debido a ello, el tema de los adolescentes se ha ido colocando en la mesa de la reflexión y el análisis, así como se plantea en otras latitudes. Ynclán (2003) afirma que la secundaria es una escuela de ayer para jóvenes de hoy. La verticalidad y el autoritarismo que caracteriza el funcionamiento de las escuelas secundarias la mantiene como una institución cerrada y ajena a las necesidades reales de sus estudiantes.

Es por ello que el reto actual sobre la reforma de la escuela secundaria en México es enorme e indispensable, sobre todo para los docentes que se encuentran inmersos en este nivel educativo. Las razones son diversas, ya que hay que hacer cambios radicales en muchos aspectos de su labor cotidiana, además de que enfrentan el hecho de que los adolescentes se encuentran inmersos en la dinámica de la Sociedad de la Información, que los involucra en un proceso globalizador sin una guía adecuada.

2.1.2 La Educación Media Superior

La Educación Media Superior (EMS) en México enfrenta por igual tanto desafíos como oportunidades, que sólo podrán ser atendidos si este nivel educativo se desarrolla con una identidad definida que permita a sus actores

avanzar ordenadamente hacia renovados objetivos. Este nivel presentaba en 2007 las mayores carencias de todo el sistema educativo. Probablemente el indicador más contundente es que éste presentaba la mayor deserción, con cerca del 40%. Y quizá el elemento que ejemplifica sus deficiencias y la deserción, de acuerdo con los propios estudiantes que se alejan del bachillerato, es que la escuela no les gusta, no les sirve o no se adecua a sus intereses, a lo que se agrega la falta de recursos económicos (Székely, 2009). La eficiencia terminal promedio de este nivel es de 58.9%, lo que quiere decir que del total de los jóvenes entre 16 y 18 años que logran ingresar a él, sólo lo termina poco más de la mitad. La deserción en el nivel alcanza una media en el país de 16.7%, aunque 19 entidades de la República superan ese porcentaje.

Actualmente, la EMS en el país está compuesta por una serie de subsistemas que operan de manera independiente, sin correspondencia a un panorama general articulado y sin que exista suficiente comunicación entre ellos. El ciclo de educación media superior se compone de tres años. Se trata de un subsistema educativo de estructura muy rígida, lo que impide la flexibilidad en las trayectorias de los jóvenes y el libre tránsito entre las distintas modalidades e instituciones. El nivel responde aún a dos grandes objetivos, tal y como sucede desde hace más de treinta años, propone una formación propedéutica, orientada al estudio de las profesiones, y una formación para el trabajo. Sus objetivos se traducen en tres modalidades: a) El bachillerato general o propedéutico prepara a los estudiantes para continuar estudios superiores. Se imparte en 13 tipos distintos de instituciones; b) bachillerato tecnológico o bivalente prepara al estudiante para continuar estudios superiores y para el desempeño de alguna actividad productiva. Se imparte en 12 tipos de instituciones diferentes; c) La educación profesional técnica, califica al joven en diversas especialidades que lo orientan hacia el mercado de trabajo.

En síntesis, la EMS está aún definida por las modalidades que la forman y según el destino al que orienta a sus egresados: la educación superior o el mercado de trabajo. Es conveniente definirla a partir de competencias genéricas que señale lo que todo joven que la curse debiera dominar, a saber, desarrollar las capacidades de expresión oral y escrita y de comprensión de lectura; el pensamiento lógico matemático; una formación como ciudadano y productor, acompañada del conocimiento socio-histórico; una cultura tecnológica- y científica - añadimos - , y el conocimiento de una lengua extranjera, de preferencia el inglés. También son importantes el arte y el deporte para los jóvenes.

El reto es encontrar los objetivos comunes de esos subsistemas para potenciar sus alcances. Esto debe ocurrir en un marco que reconozca la importancia de la EMS como un espacio para la formación de personas cuyos conocimientos y habilidades deben permitirles desarrollarse de manera satisfactoria, ya sea en sus estudios superiores o en el trabajo y, de manera más general, en la vida.

En esta misma línea, no se debe perder de vista el contexto social de la EMS: de ella egresan individuos en edad de ejercer sus derechos y obligaciones como ciudadanos, y como tales deben reunir, en adición a los conocimientos y habilidades que definirán su desarrollo personal, una serie de actitudes y valores que tengan un impacto positivo en su comunidad y en el país en su conjunto. Por su parte, en el ámbito económico, contar con una EMS en todo su potencial será cada vez más un requisito para que los jóvenes logren obtener un empleo razonablemente bien pagado y que les ofrezca posibilidades de desarrollo laboral.

El nivel medio superior constituye también una gran oportunidad, siempre y cuando el país sea capaz de ofrecer una educación de calidad a los adolescentes de 15 a 18 años, que es el rango en el cual se cursa normalmente este nivel. “El aprovechamiento de esta ventana de oportunidad tendrá impacto en el futuro al menos en tres ámbitos: el primero, la consolidación de la democracia y la construcción de la ciudadanía, ya que al egresar ya son ciudadanos con derechos y obligaciones; segundo, la estabilidad y el progreso social, debido a que estos estudiantes son menos propensos a la violencia y las adicciones; y el tercero, el desarrollo y la prosperidad, dado que comienzan a perfilar su trayectoria profesional y en la medida de que la educación sea pertinente y de calidad, se contará con recursos humanos mejor capacitados para mejorar la productividad y competitividad nacional” (Székely, 2009, párr. 5).

En términos generales, la competitividad de México depende en buena medida del adecuado desarrollo de este nivel educativo. La cobertura y la calidad en la EMS constituyen un supuesto fundamental para que el país pueda dar respuesta a los desafíos que presenta la economía globalizada en un marco de equidad. Esta visión, que tiene presente las dimensiones individual, social y económica de la EMS, requiere de una mayor valoración de este nivel educativo. Se debe reconocer la importancia del papel que desempeñarán en el país los jóvenes que obtengan el título de bachiller. Ello obliga a definir más claramente que hasta ahora el perfil que estas personas deben reunir.

En el proceso de búsqueda del perfil del bachiller no se debe perder de vista que la pluralidad de modelos educativos en la EMS es algo positivo, que permite atender una población diversa con diferentes intereses, aspiraciones y posibilidades, sin que ello invalide objetivos comunes esenciales que se deben procurar. En el propósito de encontrar estos objetivos es necesario conocer, primero, la situación y composición de la EMS en el país, así como los principales retos que deben atenderse. Se deben también valorar las reformas que se han hecho en distintos momentos en los diversos subsistemas de este nivel educativo, las cuales deberán servir como base para una Reforma más amplia, profunda y duradera. Los avances ya realizados y los que ahora se realicen, deberán desembocar en la creación de un Sistema Nacional de Bachillerato (SNB).⁷

⁷

Sistema propuesto en el documento Reforma Integral en la Educación Media Superior (2008). Este documento ha sido integrado por la Subsecretaría de Educación Media Superior de la Secretaría de Educación Pública.

Características de la población en edad de cursar la EMS

Existe la necesidad de realizar cambios que den identidad a la educación media superior desde el punto de vista académico para orientar su finalidad formativa con claridad. La EMS debe quedar definida como un nivel que se articula con la educación básica y la superior, pero que en sí misma tiene sus propios objetivos educativos.

Sus fines han de considerar que los usuarios del servicio son básicamente jóvenes de entre 15 y 19 años, con necesidades educativas específicas, relacionadas con su desarrollo psicosocial y cognoscitivo. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Juventud 2005, éste es el rango de edad en el que tienen lugar decisiones fundamentales que definen las trayectorias de vida de los jóvenes.

En promedio, los jóvenes de México tienen su primer trabajo a los 16.4 años, salen de casa de sus padres por primera vez a los 18.7 años, tienen su primera relación sexual a los 17.5 años. Este tipo de eventos revelan que se trata de una etapa determinante en la vida y en el desarrollo personal. Es muy importante considerar la vulnerabilidad a la que la persona se encuentra expuesta, los cambios que en ella tienen lugar y la trascendencia de las decisiones que el joven asume a lo largo de esos años. Todo ello reclama una atención especial hacia los estudiantes, la cual debe comprender diversos sentidos.

Desde luego habría que agregar que los 18 años es la edad en la que los jóvenes adquieren la mayoría de edad y con ello los derechos y obligaciones que otorga la ciudadanía plena. Por ello, en este nivel se deben fortalecer las bases para la toma informada y responsable de decisiones.⁸

Como se puede ver, la edad promedio en la que los jóvenes obtienen su primer trabajo es justamente aquella en la que presumiblemente tendrían que estar cursando la EMS. La pronta incorporación de los jóvenes al mercado de trabajo, formal o informal, muestra la relevancia de ofrecer opciones que combinen la formación general con la preparación laboral. Si las condiciones económicas de las familias de procedencia son el factor que determina la necesidad de los jóvenes de trabajar, podría decirse que la EMS reproduce la desigualdad social pues quienes acceden a una opción tecnológica o profesional requieren incorporarse al mercado de trabajo más rápidamente que quienes deciden estudiar a nivel superior.

Éste y otros factores pueden estar relacionados con la baja valoración de la formación para el trabajo, percibida socialmente como de menor estatus que el

⁸ Fuente: Encuesta Nacional de Juventud 2005. México: Instituto Nacional de la Juventud, 2006.

bachillerato general. En la medida en que la educación superior es vista como un camino viable de movilidad social, los estudios medios que no conducen a ella no son suficientemente apreciados.

Quienes ingresan a la EMS tienen intereses y necesidades diversas en función de los cuales definen sus trayectorias escolares y laborales: para algunos éste es el último tramo en la educación escolarizada, para otros es el tránsito a la educación superior. En ese sentido, la escuela debe ofrecer las opciones necesarias para que los jóvenes satisfagan sus expectativas de preparación universitaria, laboral o ambas, según sea su interés.

La diversidad de preferencias profesionales y académicas, y la comprensión de que, para el caso de nuestro país, los jóvenes de la EMS se encuentran en edad laboral, deben reflejarse en la estructuración de planes de estudio flexibles. Hasta donde sea razonable, debe dejarse abierta la posibilidad de elegir itinerarios escolares propios, con el menor número posible de secuencias obligatorias. Además de ser pertinente a las necesidades personales aquí planteadas, la EMS debe ser relevante desde el punto de vista social. Esto significa que el fortalecimiento del nivel debe colocar a las regiones y al país en mejores condiciones de desarrollo. La posibilidad de obtener ventajas en los mercados mundiales y nacionales radica en buena medida en la formación de personas que puedan participar en la sociedad del conocimiento: sólidas bases formativas, capacidad para aprender de forma autónoma a lo largo de la vida, y habilidades para resolver problemas y desarrollar proyectos, entre otros.

Algunos subsistemas de la EMS ya han comenzado a adaptarse a estas realidades y retos mediante la puesta en práctica de reformas curriculares específicas a cada caso. De la misma forma, en el horizonte de la transformación y modernización de la educación media superior, se están valorando las competencias genéricas que conforman el perfil del egresado, entre las que se destacan que el estudiante: se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue; elige y practica estilos de vida saludables; escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiadas; desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos; aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida; y, contribuye al desarrollo sustentable de manera crítica, con acciones responsables, entre otras.⁹

2.2 La Educación Científica de los adolescentes

En los estándares para la educación científica estadounidense (NRC, 1996) se señala la necesidad de utilizar la información científica para realizar opciones que se plantean cada día; que los ciudadanos deben ser capaces de involucrarse

⁹ En <http://www.reforma-iems.sems.gob.mx/> se encuentran los acuerdos que dan sustento normativo a la reforma del nivel medio superior.

en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología; y que todos debemos compartir la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural.

Cuando se habla de educación científica para todos los ciudadanos se hace referencia a los objetivos que persigue la relación Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), la cual debe formar parte esencial del currículo científico aportando la discusión de problemas socio-técnicos reales y con incidencia e importancia para la sociedad y la educación para la toma de decisiones en temas socio-científicos.

Peter Fensham (2004) ha escrito recientemente que hoy el principal problema de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia es la falta de interés de los estudiantes; y que la solución requiere una especial y vigorosa atención a los aspectos actitudinales, afectivos y emocionales del currículo de ciencias. En consecuencia, el objetivo prioritario de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia debe ser promover una actitud positiva de los estudiantes hacia la ciencia escolar, que mantenga la curiosidad y mejore la motivación con el fin de generar apego y vinculación hacia la educación científica, no sólo a lo largo del período escolar, sino también a lo largo de toda la vida.

La propuesta original de Fensham (1985) conlleva poner énfasis en la educación científica de los estudiantes de educación básica lo siguiente:

- Los contenidos revestirán una obvia e inmediata relevancia social y personal para los aprendices, partiendo de lo que ya saben, de su experiencia previa a la escuela.
- Las habilidades prácticas y el conocimiento tendrán criterios de logros que todos los aprendices puedan alcanzar hasta algún nivel.
- Los temas, tópicos o secciones serán visibles constantemente para poder elucidar las partes componentes del aprendizaje.
- La pedagogía explotará las demostraciones y las prácticas que son inherentes a las ciencias y al aprendizaje cultural que se obtiene en forma previa o fuera de la escuela.
- El aprendizaje de habilidades prácticas y cognoscitivas surgirá como consecuencia fluida de la relevancia y significatividad de los tópicos de la naturaleza de la ciencia, más que como motivo primario del aprendizaje.

- La evaluación reconocerá tanto los conocimientos previos que los aprendices tienen sobre la ciencia, como sus logros subsecuentes en el resto de los criterios que componen el currículo.

En este sentido, Fensham establece que la educación científica pondrá énfasis en los diferentes tipos de aprendizaje:

- a) Conocimientos. Hechos, conceptos y principios usados en ciencia.
- b) Aplicaciones del conocimiento. Empleo directo e indirecto de los conceptos y principios científicos en situaciones reales o idealizadas.
- c) Habilidades. Funciones como clasificar, controlar variables, usar modelos, predecir a partir de datos, etcétera, que son comúnmente usadas en la ciencia.
- d) Habilidades prácticas. Operaciones psicomotrices que involucran varias clases de equipo e instrumentos.
- e) Resolución de problemas. Combinación de conocimiento científico y habilidades intelectuales para resolver problemas presentados teóricamente.
- f) Rasgos y actitudes científicas. Búsqueda de conocimientos asociados a rasgos como la honestidad, la mente abierta para la explicación de fenómenos, la socialización de resultados, la capacidad de observación cuidadosa, la pulcra elaboración de informes, etcétera.
- g) Aplicaciones de ciencia y tecnología. Inclusión de las implicaciones y los orígenes sociales de dichas aplicaciones.
- h) Necesidades personales y sociales. Cumplimiento con equidad de necesidades de ese orden.
- i) Evolución del conocimiento científico. Noción de cambio y de transformación que el alumno debe adquirir respecto de la ciencia.
- j) Fronteras y limitaciones de la ciencia. Contribución limitada de la ciencia a la resolución de problemáticas actuales, en función del sentido de oportunidad con que se apliquen y la utilidad que proporcione la aplicación de los conocimientos científicos, en situaciones puntuales.

En México, la educación científica ha sido concebida desde el conocimiento disciplinar específico, el cual ha sido durante muchos años el criterio principal de elaboración de los currículos escolares. De esta forma, para casi todas las edades, los currículos, sobre todo los de ciencias, han respondido a una misma organización y a contenidos muy similares.

El sistema educativo mexicano reconoce que la educación debe proporcionar una formación científica básica para brindar una plataforma común que atienda las necesidades educativas de los adolescentes y dé respuesta a las demandas de la sociedad, impulsando a la vez vocaciones que habrán de contribuir al desarrollo científico y tecnológico del país.

En general, la enseñanza de la ciencia ha tratado de promover en los estudiantes una actitud científica, es decir intentar que adopten como formas de acercarse a los problemas los métodos de indagación y de experimentación usualmente atribuidos a la ciencia (Pozo, 2009). Diversos autores han elaborado taxonomías o clasificaciones de las actitudes que pueden promoverse a través de la educación científica. Entre éstas se encuentran las actitudes hacia la ciencia, las actitudes hacia el aprendizaje de la ciencia y las actitudes hacia las implicaciones sociales de la ciencia.

En este sentido, la preparación y el interés en las áreas científicas y tecnológicas pasa por descubrir que la ciencia es una forma de conocer el mundo que nos rodea y que es sumamente necesaria para comprender los cambios y, más allá, para poder influir sobre ellos.

De los tipos de contenidos que se articulan en el currículo de ciencias, las actitudes son posiblemente las más difíciles de abordar en el aula. Conforme transcurre la preparación escolar de los alumnos, éstos se adentran en el conocimiento del mundo natural y del mundo socio-tecnológico y de las interacciones entre ambos, gracias a la educación que están recibiendo. Empero, la formación en actitudes apenas ha tenido relevancia si se compara con el entrenamiento en destrezas o, sobre todo, con la enseñanza de contenidos verbales.

El estudio de las ciencias en la escuela secundaria “establece como compromiso el fomento al desarrollo cognoscitivo, afectivo, valoral y social de los adolescentes, ayudándoles a comprender más, a reflexionar mejor, a ejercer la curiosidad, la crítica, el escepticismo, a investigar, opinar de manera argumentada, decidir y actuar. También contribuye a incrementar la conciencia intercultural reconociendo que el conocimiento científico es producto del trabajo y la reflexión de mujeres y hombres de diferentes culturas” (Ciencias, 2006, p.7)

En la conformación de los cursos de Ciencias en secundaria del Programa de estudios 2006 se establece que la enseñanza de las ciencias deberá facilitar la capacidad de comprensión del estudiante, el entendimiento de los problemas de la sociedad actual y lo facultará para la toma de decisiones fundamentadas y responsables; y lo impulsará a rescatar la dimensión práctica del aprendizaje – aplicación y uso – de manera que el estudiante logre la máxima relación entre teoría y práctica, conocimiento y aplicación, a fin de lograr que los aprendizajes sean más significativos. Esta afirmación constituye el punto de partida obligado, ineludible, en la definición de la escuela secundaria que se quiere, pues pone en el

centro su quehacer fundamental: el logro del aprendizaje de todos los estudiantes.¹⁰

Es por ello que en el perfil de egreso del estudiante de secundaria se pone énfasis en que éste será capaz de entender la resolución de situaciones problemáticas socialmente relevantes y cognoscitivamente desafiantes, que tengan implicaciones sociales y técnicas. En otras palabras, los alumnos tendrán que dar respuestas, por sí mismos, a las preguntas que ellos se plantean, utilizar procedimientos científicos cada vez más rigurosos y reflexionar acerca de actitudes propias de la ciencia, así como desarrollar actitudes personales como parte de su formación científica básica.

En 1993 la Secretaría de Educación Pública efectuó una reforma curricular que marcó el inicio de una reconceptualización de los procesos de enseñanza y de aprendizaje en la educación básica en México. En el caso de la educación en ciencias, el enfoque pedagógico se replanteó con la finalidad de estrechar la relación del estudio de las ciencias naturales con los ámbitos personal y social de los alumnos, así como propiciar el logro de aprendizajes útiles y duraderos (Ciencias, 2006).

Si bien la reestructuración de los contenidos de los programas de 1993 constituyó un avance importante al considerar los referentes epistemológicos y pedagógicos, los aspectos sociales quedaron al margen de los cambios introducidos. Esto, aunado a que se le ha dado prioridad al aspecto conceptual de las disciplinas, ocasionó que se dejara de lado el aspecto formativo de las ciencias. Tirado (1995, p. 83) confirma lo anterior al precisar que “la educación básica [...] es abrumadora, debido a que se ofrecen todos los campos del saber científico sin jerarquías, sin continuidad entre las áreas no tiene significancia para el educando, ya que los conocimientos se les presentan en forma abstracta, desvinculados y distantes de la realidad de su entorno concreto e inmediato de vida”. Lo anterior se ha visto reflejado, en general, en los resultados de bajos niveles de desempeño alcanzados por los alumnos de escuelas secundarias en las evaluaciones nacionales e internacionales.

El desempeño de los alumnos ha revelado escaso desarrollo de habilidades y actitudes básicas: el análisis e interpretación de información científica, la manifestación de posiciones críticas ante lo que se lee y la toma de decisiones. El exceso de contenidos en los programas de 1993 fomentó entre otras cosas una práctica centrada en la exposición por parte del docente, la memorización como fin en sí misma, la evaluación exclusiva de conceptos, y la concentración de la enseñanza en el libro de texto como fuente única de conocimientos.

Ante esta situación, en 2006, la Secretaría de Educación Pública reconoció la necesidad de realizar diversos ajustes a la propuesta curricular de secundaria, con miras a redefinir los propósitos educativos y propiciar la consolidación del

¹⁰

http://normalista101.blogspot.com/2008/01/los-adolescentes-en-la-escuela_3888.html

enfoque para la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. Para ello se editó un plan de estudios para la educación secundaria poniendo énfasis en que el cambio de mayor trascendencia lo “constituye la agrupación de las asignaturas de biología, física y química bajo la denominación de Ciencias, la acotación de los contenidos conceptuales, la incorporación de aspectos procedimentales, valorales y actitudinales mediante la incorporación de los aprendizajes esperados y el planteamiento de los espacios de flexibilidad e integración orientados a recuperar intereses y necesidades educativas de los adolescentes a desarrollarse a través del trabajo con proyectos” (Ciencias, 2006, p. 10).

La denominación de la asignatura como Ciencias plantea de entrada que los conocimientos relativos a la biología, la física y la química se manejen en contextos menos fragmentados y más vinculados con la vida personal y social de los estudiantes. El propósito central es ayudar a los alumnos a construir los conocimientos científicos que puedan integrarse con otros campos del saber que requieren el manejo de habilidades, valores, actitudes y conocimientos útiles. Para ello es preciso que los conceptos se asocien con la práctica y la acción, y que las situaciones abstractas se relacionen con situaciones, experiencias, emociones y sentimientos que fomenten vínculos personales con los temas. Esto implica que, sobre una plataforma conceptual básica, se acentúa en los tres cursos un carácter formativo con el fortalecimiento de los procedimientos, valores y actitudes que se desarrollan a lo largo de la educación básica.

Además las interacciones entre ciencia y tecnología en los programas de Ciencias tienen mayor presencia, lo que representa un acercamiento a la línea curricular de Tecnología, y favorece la vinculación de los conceptos científicos con las necesidades o problemáticas socio-ambientales y aspectos tecnológicos en los que ambos campos son indispensables para la construcción de posibles alternativas de solución.

En el primer curso dedicado a la biología se retoman los conocimientos en torno a las características de los seres vivos a partir de su análisis comparativo, para avanzar en las explicaciones de la diversidad biológica como resultado de la evolución. Asimismo, se plantea una visión integral del funcionamiento de los seres vivos, centrada en tres procesos de interés: la nutrición, la respiración y la reproducción, encaminadas a fortalecer la perspectiva intercultural, la promoción de la salud y el cuidado del ambiente. También se analiza la relación entre ciencia y tecnología y se valoran sus implicaciones en términos de sus beneficios y riesgos.

El segundo curso se ocupa de la física a partir de los procesos de interacción y cambio desde la perspectiva fenomenológica. Ante todo se busca fortalecer las habilidades de razonamiento lógico, representación gráfica y elaboración de modelos, para progresar en la comprensión de algunos conceptos propios de la disciplina. El cambio también se analiza desde la perspectiva histórica de la influencia de los productos de la ciencia y la tecnología en la

sociedad y el ambiente. Además se introduce el estudio de la estructura y del comportamiento de la materia, que sirve de antecedente para el tercer grado.

El tercer curso se centra en temas asociados a la química y se orienta al estudio de los materiales a escala molecular y atómica. Se emplea el modelo cinético-corpúscular como base para la representación del microcosmos y se abordan con mayor detalle algunos aspectos relacionados con la composición de la materia y sus transformaciones. Dado el carácter creador de la química e innovador de la tecnología, la necesaria valoración de los impactos de sus productos en el ambiente, así como el momento de desarrollo en el que se encuentran los estudiantes, los temas seleccionados para el curso se vinculan con algunas problemáticas nacionales y mundiales, las cuales obligan a asumir una actitud crítica basada en la información.

En suma, los programas de Ciencias promueven la reflexión sobre los impactos positivos y negativos del conocimiento científico y la tecnología desde la perspectiva social y ambiental. Dicho planteamiento favorece la construcción de un concepto de ciencia que la ubica ligada a la satisfacción de necesidades humanas, a veces congruentes con los derechos humanos y a veces disonantes debido a que ambas actividades son complejas y constituyen productos sociales que reflejan de manera inevitable los puntos de vista y los valores culturales de la sociedad que los genera. En este propósito se inserta la relación con la tecnología, aspecto ausente en los programas anteriores.

Adicionalmente, una gran oportunidad en el sistema educativo para impulsar la educación científica lo constituyen los temas y las actividades que se realizan en la denominada vinculación ciencia-tecnología-sociedad, que abren excelentes oportunidades para que los alumnos confronten, clarifiquen y perfeccionen a la vez su cultura científica, al mismo tiempo que estimulan una mayor explicación, sistematización y reflexión sobre los conocimientos y las actitudes asumidas.

En este nuevo esfuerzo, la escuela secundaria se ha planteado que el estudiante construya un conocimiento holístico del mundo en el que se desenvuelve, articulando diversos campos del saber; así como propiciar el desarrollo de competencias -habilidades, valores, actitudes y conocimientos- útiles para la vida (Consejos Consultivos Interinstitucionales de Ciencias [CCIC], 2008).

Dado este propósito central es indudable que se abre una “ventana de oportunidad” para la vinculación entre los actores sociales educativos y culturales -es decir entre la educación formal, la no formal y la informal representadas por la escuela, los museos y centros de ciencia, arte y tecnología y la divulgación de la ciencia, por mencionar algunos ejemplos- en pos de: la consolidación de una formación y cultura científica básica, que brinde mejor comprensión de los conocimientos científicos; aplicaciones del conocimiento de la ciencia en situaciones reales y simuladas; habilidades y estrategias para la construcción de

los conocimientos escolares; la resolución de situaciones problemáticas de interés personal y social mediante la aplicación de habilidades; acercamiento al campo de la tecnología, destacando las interacciones con la ciencia y la sociedad; cuestiones sociales relacionadas con la historia y el desarrollo de la ciencia; estudio de la naturaleza de la ciencia y la práctica científica; así como aprendizajes en la ciencia como vehículo para reflexionar sobre el tipo de relación que mantenemos con la naturaleza y entre nosotros mismos.

Para lograr lo anterior, la educación secundaria no debe olvidar otro factor importante: los docentes. En uno de los trabajos de investigación sobre el tema (Gallegos, Flores y Valdez, 2004) se deja entrever que los profesores de física, biología y química no logran alcanzar una transformación conceptual en la comprensión de los conceptos básicos que enseñan y tienen ideas previas semejantes a las de sus alumnos; predomina en ellos una concepción tradicional del aprendizaje; y sus estrategias didácticas se centran en los contenidos factuales y ejercicios rutinarios.

Otra investigación (Rueda, 2007) muestra aspectos problemáticos en relación con los saberes disciplinarios, de enfoque y de aplicación en el aula. Por ejemplo, los profesores de química no utilizan los errores conceptuales de los alumnos en la planeación de sus estrategias de enseñanza, no relacionan lo que sucede en clase con situaciones prácticas o de la vida cotidiana. Además, insisten en dar mucha importancia al aprendizaje memorístico, reforzando una visión empírica de la ciencia (correlativa al enfoque tradicional de enseñanza. También se ha encontrado que confunden las nociones de construcción del conocimiento científico o naturaleza de la ciencia con los conocimientos científicos, lo que demuestra que en su formación hay una enorme carencia de estos tópicos centrales y que confunden la divulgación de la ciencia con la enseñanza misma (Flores, Gallegos, A. García, Vega y B. García, 2007).

En este contexto, ante la demanda de preparar a los estudiantes y en un mundo dinámico, con nuevos enfoques y con la incorporación de las tecnologías de la comunicación y la información, el papel de todos es fundamental, los retos que presenta la educación científica en México aún no han sido asumidos ni por la sociedad ni el sistema educativo.

Es de reconocer entonces que el actual sistema educativo mexicano adolece de vocación científica, siendo que la escuela debiera ser la principal promotora de la cultura científica y del interés por la ciencia en el país. No obstante, esta pretensión para que la escuela genere una cultura científica y tecnológica entre sus alumnos, choca con una nueva e inapelable realidad: las nuevas tecnologías digitales de información y comunicación han colocado al conjunto de la vida social, política y educativa en un nuevo escenario. Debido a esto, se reconoce que urge un cambio en los métodos de enseñanza para ofrecer a los estudiantes una cultura y unos conocimientos científicos que les ayuden a afrontar el complejo mundo del siglo XXI. No obstante y a pesar de que algunas

disciplinas científicas han perdido presencia en el currículum, los alumnos muestran cada vez mayor curiosidad por estos temas.¹¹

2.3 Psicología de los adolescentes

La adolescencia es la etapa que supone la transición entre la infancia y la edad adulta. Este periodo de la vida se identifica con cambios dramáticos en el cuerpo y la psicología. A diferencia de la pubertad, que comienza a una edad determinada (a los 9 años en las niñas y 11 en los niños aproximadamente) debido a cambios hormonales, la adolescencia puede variar mucho en edad y en duración en cada individuo pues ésta está más relacionada con la maduración de la psiquis del individuo y depende de factores psico-sociales más complejos.

La adolescencia es un proceso de transformaciones críticas en diversas fases, manifestándose principalmente en lo biológico, lo psicológico y lo social. Es por ello que ante esas críticas transformaciones el adolescente está sujeto a desequilibrios e inestabilidades extremas, generándose lo que Aberastury (1971) denominó "síndrome normal de la adolescencia", caracterizándose aquel por la resolución de distintos duelos, fundamentalmente: el duelo por el cuerpo infantil; el duelo por la identidad y rol infantil y el duelo por los padres de la infancia, tales duelos propician un proceso de pérdidas, dolor y recuperación.

La adolescencia es a la vez un fenómeno cultural y social y por lo tanto sus límites no se asocian fácilmente a características físicas. La palabra deriva del significado latino del verbo *adolescere* "crecer." El tiempo se identifica con cambios dramáticos ocurridos en el cuerpo, junto con progresos en la psicología y la carrera académica de una persona. En el inicio de la adolescencia, los niños terminan la escuela primaria y se incorporan generalmente a la educación secundaria. En esta etapa, los adolescentes hacen frente a múltiples barreras sociales y culturales, entre ellas la estratificación social entre las categorías de edad que es causa de estereotipos y generalización; por ejemplo, el mito perpetuado por los medios de que todos los adolescentes son igualmente poco maduros, violentos y rebeldes.

En la adolescencia se transita por un período en el que la personalidad se está conformando y éste busca elementos "re-aseguradores" que lo mantengan a la defensiva de la angustia que puede emerger por esta situación de transformación corporal y de la identidad. Es así que el adolescente se refugia en imágenes y modelos que considera que lo protegen de alguna forma. En general se puede decir que estos modelos no son los que más estimulan hábitos de estudio.

Durante la adolescencia hay una expansión de la capacidad y el estilo de pensamiento que aumenta la conciencia del individuo, su imaginación, su juicio e intuición. Estas habilidades conducen a una rápida acumulación de conocimientos

¹¹ Fuente: <http://www.map.es/gobierno/muface/o204/educ.htm>

que extienden el rango de problemas y cuestiones que enriquecen y complican la vida (Craig, 1996). En esta etapa, el desarrollo cognoscitivo se caracteriza por un mayor pensamiento abstracto y el uso de la meta cognición. Ambos aspectos ejercen un profundo influjo en el alcance y el contenido de los pensamientos del adolescente y en su capacidad para emitir juicios morales.

Se reconoce que en el desarrollo de la personalidad, la educación resulta inseparable. A ésta, entendida como vía específica de socialización de los sujetos en la búsqueda de su dimensión humana, le corresponde el papel determinante de la preparación para la vida de cada uno de los individuos. Para esto el proceso de aprendizaje que se dirige en la escuela principalmente debe propiciar la preparación para el enfrentamiento de las condiciones actuales que enfrenta la Humanidad. La escuela es por tanto una experiencia central que organiza la vida de la mayoría de los adolescentes (Papalia, Wendkos y Duskin, 2004).

De esta forma, para el desarrollo y potencialidad de los adolescentes, la educación secundaria debería proyectarse sobre la base de la elevación de la eficiencia de su labor formativa, incluyendo sus sentimientos y orientaciones valorativas hacia esferas fundamentales de su vida.

Esta visión, en la práctica pedagógica, impone a la escuela secundaria retos que la llevan a la búsqueda de métodos y vías que favorezcan la educación de la personalidad de los adolescentes. Esta tarea se concreta en el establecimiento de procedimientos pedagógicos apropiados para la creación de un ambiente educativo que propicie la educación de dicha personalidad, con cualidades para su inserción activa y transformadora en los diferentes contextos de actuación en los que transcurre su vida.¹²

Hoy en día, las prácticas educativas son formas particulares de interacción, y son parte fundamental de la mediación social necesaria para apoyar y orientar el paso de los adolescentes a la vida adulta y su inserción como miembros plenos de la sociedad. La escuela, para los adolescentes, debería actuar en favor de su autoafirmación, su identidad personal, su autoestima y en el cumplimiento de sus expectativas para el futuro.

Los sentimientos que se generan en el adolescente siguen siendo los mismos (aislamiento, rebeldía, resentimiento, curiosidad, etc.), aunque cada adolescente posee personalidad y capacidades diferentes. Aunque existan fluctuaciones en sus niveles hormonales, los adolescentes de cualquier proveniencia y con una gran variedad de características todavía pueden absorber grandes cantidades de información. Y pueden sacar mucho provecho de un plan de estudios sustancioso.

El adolescente asume diferentes roles, se esfuerza igual por mantener su individualidad que por pertenecer e identificarse con un grupo en especial. La

¹² Roberto Pérez Almaguer. Revista Mexicana de Orientación Educativa. N° 11, Marzo–Junio de 2007

mejor manera de desarrollar en el alumno el sentido de pertenencia es el trabajo en equipo, en este sentido el papel del maestro o tutor es asignar los roles que cada integrante tendrán para la elaboración de cada trabajo.

A medida que ellos desarrollan sus destrezas cognoscitivas, son capaces de completar proyectos cada vez más complicados y más largos y de explorar temas de mayor profundidad. Como consecuencia, algunas escuelas ofrecen oportunidades dentro y fuera de las aulas para que los alumnos participen en actividades deportivas, y en programas donde puedan aprender idiomas extranjeros, música, artes dramáticas, y el uso de la tecnología.

Muchas escuelas alientan a los estudiantes a participar como voluntarios en programas de servicio a la comunidad. Los programas de exploración pueden ayudar a los adolescentes a encontrar sus intereses y ayudarles a imaginarse un futuro para sí mismos. Todavía queda mucho que mejorar en las escuelas secundarias. Los resultados de los exámenes estandarizados sugieren que muchos adolescentes todavía carecen de las destrezas necesarias para tener éxito en la secundaria.

2.3.1 Actitudes y motivaciones educativas en los adolescentes

En el estudio del comportamiento humano, pocos conceptos han suscitado más interés y despertado tantas expectativas como los vinculados con las actitudes y los procesos motivacionales. Los psicólogos, sin embargo, no se muestran unánimes respecto del papel que la actitud y la motivación desempeñan en el análisis explicativo de la conducta.

En el lenguaje habitual, el término actitud tiene varias connotaciones de estado de ánimo, incluso morales o ideológicas, pero en el marco de la psicología social, la actitud es un concepto que reúne tres elementos: un conjunto organizado y duradero de convicciones o creencias (elemento cognoscitivo) dotadas de una predisposición o carga afectiva favorable o desfavorable (elemento evaluativo o afectivo) que guían la conducta de la persona respecto a un determinado objeto social (elemento conductual). La disposición a favor o en contra del objeto de la actitud (elemento afectivo o evaluativo) es considerada lo más característico y propio de las actitudes que las sitúa en el ámbito de los valores, las dota de capacidad para orientar la conducta de las personas y sugiere connotaciones ideológicas; es decir, hace de las actitudes un constructo con connotaciones de motivación o guía de conducta de las personas (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001).

La motivación se define como un proceso multideterminado (Garrido, 1996) que se interesa por las causas de que se hagan o se dejen de hacer determinadas cosas, o de que se hagan de una forma y no de otra. Se trata, por tanto, de un constructo teórico no sólo básico para la Psicología, sino, además, “ambicioso en

cuanto al alcance, atractivo por las metas planteadas y tremendamente complejo por la diversidad de componentes que conlleva” (Fernández, 1997, p. 11). La motivación es el conjunto de motivos que intervienen en un acto electivo, según su origen los motivos pueden ser de carácter fisiológico e innatos (hambre, sueño) o sociales; estos últimos se adquieren durante la socialización, formándose en función de las relaciones interpersonales, los valores, las normas y las instituciones sociales (Garrido, 2000).

Los motivos son entendidos como causas que incitan a la acción¹³. Son esas palancas que mueven la voluntad. Despiertan el interés, ayudan a centrar la atención, estimulan el deseo de aprender, conducen al esfuerzo. Hay que tener presente que los motivos no surgen por sí mismos, sino que hay que adquirirlos y cultivarlos. Es importante recordar que no sirve cualquier motivo: hay motivos apropiados y otros no.

De forma general se habla de dos tipos de motivación:

- Extrínseca o incentivación: los motivos proporcionan alguna clase de beneficio material. Se basa en satisfacer necesidades externas del estudiante. Para ello, otras personas (padres y profesores) le ofrecen incentivos, premios. Por ejemplo: dinero, una moto, un viaje, salir el fin de semana, etc. Los estímulos vienen desde fuera del estudiante. El móvil es externo al propio sujeto y viene a resultar que la actividad de estudiar se convierte en un medio para conseguir otros fines.
- Intrínseca, trascendente o automotivación: los motivos proporcionan una satisfacción personal. Los motivos se asientan sobre la responsabilidad de nuestro deber como personas libres, y se orientan hacia el logro de nuestra propia mejora y la de los demás. Se basa en satisfacer necesidades internas del estudiante. Es realizada por el propio estudiante, él se motiva a sí mismo. Como el móvil nace en el propio individuo la actividad, en este caso de estudiar, gusta por sí misma.

Aunque los dos tipos de motivación suelen ir unidos, siempre prevalece alguno de ellos. No todos suponen una mejora de la persona. El trabajo no sólo consiste en que el adolescente encuentre motivos para estudiar, sino que sean buenos y valiosos motivos. También hay que reconocer que todos somos influenciados por los demás, en este sentido la motivación origina “secuencias de conducta para la consecución de metas” e impulsará al aprendizaje como dinamizador de la acción-reacción (Reidl, 1998)

Los adolescentes no carecen de motivación para hacer lo que ellos quieren hacer como hablar por teléfono, ir de compras, ir a una fiesta, etc. Pero hay algunas razones que los hacen desmotivarse por otras situaciones. Una de estas

¹³

http://www.redestudiantilpr.net/articulos/motivos_estudiar.htm; (Muñoz Cuenca, 1994)

situaciones surge en el contexto familiar e involucra a los padres que no permiten que sus hijos aprendan del fracaso -un excelente motivador. Una de las mejores maneras de ayudar a los hijos a aprender a ser responsables (motivados) es ser conscientemente irresponsable. Es benéfico permitirle fallar y después ser empático y ayudarlos a explorar qué pasó, cómo se sintieron acerca de ello, qué aprendieron, y qué podrían hacer en el futuro si desean obtener un resultado diferente.

En múltiples situaciones de la vida cotidiana se observa esta referencia a lo motivacional como un principio psicológico necesario, pero con el que no se sabe muy bien qué hacer ni cómo intervenir. En el ámbito educativo, se pregunta con frecuencia ¿por qué los estudiantes, especialmente las alumnas, eligen estudios y profesiones en ciencias en menor proporción o creen que la ciencia es un conocimiento totalmente objetivo o que los científicos realizan su trabajo, aislados? Una de las principales razones es porque los estudiantes adquieren actitudes que orientan en determinada dirección su conducta y sus creencias sobre la ciencia (Manassero et al. 2001). En esto la falta de motivación suele mencionarse también cuando algo falla en el proceso de aprendizaje.

Muchos profesores se quejan del poco aliciente que despierta en ellos la actividad docente que ejercitan a diario, atribuyendo su falta de interés al bajo nivel motivacional de los estudiantes. “Parece que no les interesa nada de lo que se dice en clase, que su cabeza está en otro lugar”. Y, a menudo, suele ser así, por lo que luego confirman los propios estudiantes. Lo que está implícito en frases como esta es que si estuvieran motivados o si se les consiguiera motivar hacia el estudio, aprenderían más y obtendrían mejores resultados académicos. Una explicación a esto la ofrece Tirado (1995, p. 84) al afirmar que “un proceso de apropiación de conocimientos que no establezca significados claros no podrá generar la comprensión y menos la reflexión. Si el conocimiento no presenta relevancia significativa para el educando, difícilmente podrá despertar su motivación”.

En tales casos, se suele mencionar la importancia de los procesos motivacionales en sentido negativo. Se obtienen bajas calificaciones porque no hay interés (haciendo caso omiso de la capacidad) o no se presta atención en clase por falta de motivación hacia lo que se enseña, sin pensar en otras posibles razones, por ejemplo las preocupaciones personales. Es curioso, además, observar cómo padres, profesores y estudiantes suelen excusarse a sí mismos, atribuyendo a los demás la responsabilidad por la falta de motivación. Los padres suelen pensar que los profesores no saben motivar a sus hijos y, a su vez, los profesores se quejan del bajo estímulo motivacional que reciben de los estudiantes. Los alumnos piensan que las clases son aburridas, que no saben despertar su curiosidad (Barberá, 1994).

En relación con la motivación para hacer las tareas, suele pasar que los adolescentes son aleccionados en lugar de ser invitados a realizar una lluvia de ideas y encontrar una solución que funcione para todos. Los adolescentes se sienten más motivados a seguir un plan que ellos mismos ayudaron a crear. Santrock (2004, p. 335) reafirma este punto debido a que la motivación “mueve a las personas a comportarse, pensar y sentir en la forma en que lo hacen”. Sin embargo, los padres esperan que los adolescentes “recuerden hacer sus tareas” como si ello fuera un indicador de su responsabilidad. La mayoría de adultos responsables no eran necesariamente adolescentes responsables. Aun cuando los adolescentes están más motivados a seguir un plan creado parcialmente por ellos, pueden olvidar seguirlo ya que no está en los primeros lugares de su lista de prioridades. Esto no significa que sean irresponsables. Significa que son adolescentes. Un recordatorio amigable no debería convertirse en un asunto importante. Es mejor usar el sentido del humor y recordarles sin abrir la boca, señalar, usar bromas o escribir una nota. Si hay que decir algo, preguntarles: “¿Qué parte del acuerdo olvidaste hacer?”.

Los adultos necesitan ser amables y firmes mientras confían en los adolescentes, una vez que han llegado a un acuerdo sobre un plan a seguir. Es tan sencillo ser amable mientras se recuerda el plan como lo es ser poco amable - de hecho es más sencillo, porque todos se sienten mejor y las cosas se hacen sin lucha de poder. Entender que es más fácil y más eficaz es la parte más difícil. ¿De dónde sacaron los adultos la idea de que para que los adolescentes hagan las cosas mejor primero hay que hacerlos sentir mal?

Los padres no están enseñando a sus hijos habilidades para resolver problemas a través de reuniones familiares y sesiones de lluvia de ideas individuales. Los padres no ayudan a sus hijos a aprender habilidades para manejar el tiempo involucrándolos en la creación de tablas de rutinas. La palabra clave es “involucrarlos”.

Cuando los adolescentes no quieren cooperar, puede ser que los padres y maestros no hayan creado un ambiente que invite a cooperar en el cual los adolescentes estén verdaderamente involucrados en crear planes, pautas y lluvias de ideas para encontrar soluciones. Muchos adolescentes tienen más práctica en tratar de proteger su “sentido de sí mismos” a través de resistencia y rebelión y en contra de ser controlados en lugar de hacerlo a través del auto control y la cooperación.

Tal vez la pregunta correcta debería ser, “¿Cómo motivar a los padres y a los maestros a usar métodos efectivos para motivar adolescentes?”.

Wigfields y Eccles (2002) afirman que los contextos socioculturales contribuyen a la motivación hacia el logro. Para muchos, la clave para esto sigue siendo la educación como un elemento fundamental para el cumplimiento de los derechos entre los/las adolescentes. La educación permite que los/las

adolescentes obtengan información que pueden utilizar para ejercer y proteger un amplio espectro de intereses y derechos.

Se reconoce que en la actualidad los tiempos han cambiado, se vive una cultura dinámica donde los conocimientos tienen gran movilidad. En la actualidad diez años equivalen a un siglo de otros tiempos. La actitud generalizada de estos tiempos es la de seguir aprendiendo en un proceso de continuo aprendizaje y continua revisión de los conocimientos. Las sociedades modernas exigen a la educación respuestas rápidas y efectivas no sólo para cumplir sus propios fines sino para atender los problemas del contexto social, político, económico, etc.

Desde aumentar la productividad, alfabetizar en las nuevas tecnologías, adiestrar para el trabajo y hacer a las personas con más capacidad para el empleo hasta combatir la corrupción y humanizar las relaciones sociales. Los alumnos y estudiantes se preguntan con cierta frecuencia por qué y para qué estudiar inmersos en un presente de continuos cambios personales y sociales. Las motivaciones profundas pierden terreno a favor de otras más ligeras y fácilmente digeribles. El contexto siembra confusión y desánimo entre los más jóvenes ofreciendo modelos de vida adulta ligados al egoísmo, el consumismo y la vida fácil.

Contestar a estas preguntas no es fácil. Decirles que “el para qué” tiene que ver con el futuro, con la idea de realizar un proyecto de vida con sentido. “El por qué” se acerca más a la conciencia: conciencia de quién soy, conciencia del sentido de la vida y conciencia de gratitud a los que ayudan a ser lo que soy.

Es común encontrar en los adolescentes, reflexiones de esta forma: *“lo que me suele pasar es que me propongo hacer algo y no lo cumplo, me cuesta ponerme a estudiar... A veces llego a pensar que el problema de lo que me pasa es que no tengo motivos para estudiar, me aburro, no me gusta la rutina...”*

Se podría decir que el estudio no es algo que se hace a sí mismo, es algo que necesita ser motivado (estimulado) para que nazca y se mantenga. El adolescente encontrará la motivación para el aprendizaje cuando descubra que existe relación entre ese aprendizaje y alguna necesidad personal. Muchas veces se escucha como argumento que los que estudian han visto frustrados sus sueños cuando tienen que dedicarse a algo que no esperaban.

En el adolescente es vital inculcarle el hecho de que estudiar es una actividad por la cual se ejercita el entendimiento para comprender una cosa. Y también, desde otro punto de vista, la actividad por la cual se piensa insistentemente en un asunto para resolver sobre él. Estudiar es un intento sistemático de comprender, asimilar, fijar y recordar los contenidos objeto del aprendizaje, valiéndose de las técnicas adecuadas. Exige una actitud de la mente y de la voluntad, ambas tienen que tener la decisión de aprender.

El estudio en los adolescentes debe ser una actividad habitual. Fundamentalmente, son tres las condiciones que se relacionan con el estudio y el aprendizaje: tener cualidades personales, es decir, tener la capacidad mínima para emprender una serie de estudios. Ello está en relación con las aptitudes de tipo intelectual; poseer una motivación o deseo de aprender algo nuevo. Se tiene que establecer una serie de metas y prioridades. Y ser consciente de que el estudio necesita esfuerzo y tenacidad; y, dominar unas destrezas, técnicas y estrategias de estudio determinadas como son la selección de información, resúmenes, esquemas, mapas conceptuales, estrategias de resolución de problemas.

Estudiar entonces ya no es una actividad básicamente memorística. En el rendimiento en el estudio sin duda influyen muchos factores, entre ellos la situación familiar y las condiciones de vida, factores de tipo emocional y afectivo, y las técnicas de estudio. Posiblemente el factor más determinante es que se esté motivado por los estudios. Hay muchos ejemplos que confirman que personas con unas capacidades normales, pero altamente motivadas, son capaces de obtener los mejores resultados.

El adolescente debe ser consciente de que estudiar exige muchos años de dedicación, de compromiso. Al respecto Barberà (1995) indica que la relación que se establece entre la motivación y el entorno se define en función del grado de compromiso que cada persona establece con determinadas acciones. En este sentido, los adolescentes deben entender que con el paso de los años, las cosas cambian, cada vez sus estudios requieren más trabajo. Es lógico que decrezca el interés y en ocasiones pierdan las ganas de seguir trabajando. No todos los días se tiene el mismo ánimo. A los padres y profesores les ocurre algo parecido. Pero hay que seguir haciendo cada uno su tarea. Todos deben apelar a la responsabilidad que impulsa a cumplir con las obligaciones.

Según las conclusiones de encuestas sobre la importancia que tiene la educación entre la población juvenil que permanece en los centros educativos, la gran mayoría de los jóvenes estudiantes, un 84%, identifica como principal motivación para proseguir sus estudios, el avance hacia la construcción de un proyecto de superación personal. PISA (2003) indica que los estudiantes motivados confían en su capacidad y que con regularidad aplican estrategias eficaces de aprendizaje. De la misma forma, la mayoría de los estudiantes considera que estudiar matemáticas le ayudará en el futuro y manifiestan tener un sentido positivo de pertenencia a la escuela.

Pese a lo anterior, en la escuela se vive una carencia de vocaciones científicas, los estudiantes han aprendido a identificar a la ciencia con el lenguaje científico o con sus propios instrumentos de aprendizaje en lugar de que con los modelos y teorías que puedan ayudarles a interpretar y describir los fenómenos naturales, sus aplicaciones y sus aspectos sociales. Aunque ciertamente la escuela ha influido en la percepción negativa de la ciencia (Sánchez, 2004), no puede dejarse a la divulgación científica la tarea de formar ciudadanos

científicamente cultos – pero sí es importante considerar que las actividades extraescolares¹⁴ son un instrumento que permite motivar e impulsar a los adolescentes y jóvenes para que se involucren en la ciencia y la tecnología- sino que se trata de buscar una armoniosa combinación de los dos, siempre y cuando establezcan que están al servicio de la sociedad y de un progreso humano igualitario.

Una pregunta que ha sido cuestionada varias veces es: ¿Qué es lo que hace que los adolescentes y los jóvenes no elijan a la ciencia como una actividad a involucrarse, y aún más, como una opción de vida? Pero una pregunta más interesante sería: ¿Qué es lo que hace que los estudiantes decidan y elijan involucrarse en las actividades científicas? La respuesta no es fácil, existen varios factores que determinan esta decisión, lo que es definitivamente aceptado es que “la motivación es un factor determinante en el éxito del sistema enseñanza-aprendizaje, y también cobra una gran importancia en la toma de decisiones” (Hidalgo, 2005, p. 178).

Se afirma que la educación de hoy ha perdido valor en la sociedad. ¿Les faltan motivos a los estudiantes para estudiar? Elos saben es que para realizar una acción, un trabajo, especialmente si es duro, es necesario tener una razón, un motivo fuerte que los mueva.¹⁵

2.4 La Cultura y la divulgación científica en México

Cada día hay más voces que claman por la urgente incorporación de la ciencia a la cultura general de los ciudadanos del país. Éste, en el futuro inmediato, tendrá que ser un individuo mejor preparado, con una cultura científica suficiente para desenvolverse en un mundo cada vez más dependiente de la ciencia y la tecnología, pero también es urgente crear una conciencia colectiva en torno a muchos asuntos como los relacionados con la salud y el medio ambiente que afectan a todos y ponen en peligro la existencia de todas las especies que habitan en el planeta. El ciudadano entonces requerirá contar con una combinación de conocimientos, habilidades y actitudes que la cultura científica puede proveerle. Se reconoce que en primera instancia, el conocimiento es adquirido en la educación básica dentro del aula, pero que también se obtiene a través de los distintos medios de comunicación en los cuales la ciencia y la tecnología son diseminadas (ej. televisión, radio, diarios, literatura, museos, etc.).

Empero, la actual realidad requiere ser cautos. Si sólo se consideran los resultados que ofrece PISA, se tendría que reconocer que, por extensión, el grueso de los ciudadanos mexicanos no cuenta con las habilidades científicas y matemáticas para desenvolverse en ámbitos internacionales.

¹⁴ http://prensa.ugr.es/prensa/dialogo2/biblioteca/comunicacion_social_ciencia/template_libro_files/archivo

¹⁵ El impacto de las actividades extraescolares en ciencia y tecnología. Por Roberto Hidalgo, UPAEP www.positivediscipline.org ; How Do You Motivate a Teen? By Jane Nelsen.

¿Qué se puede esperar del futuro con estos resultados? En una sociedad como la contemporánea, el conocimiento científico puede y debe ser visto como una habilidad indispensable para la vida cotidiana, como una herramienta básica para desarrollarse y sobrevivir como ciudadano funcional capaz de producir, decidir y crear. En este sentido, la cultura científico-tecnológica es esencial para reflejar un comportamiento crítico frente al cambio, y para orientar las acciones y la toma de decisiones del individuo. La cultura científica y técnica es indiscutiblemente un factor esencial para la formación de la identidad individual y colectiva (Miller, 1998)

No obstante, la cultura científica que se requerirá en el futuro ya no puede circunscribirse exclusivamente al terreno de las denominadas ciencias naturales, exactas o duras. Muchos de los problemas actuales y sus posibles soluciones, se deben abordar con enfoques más amplios, con aportes teóricos y experiencias de otros campos del conocimiento, como las ciencias sociales y la psicología.

Julieta Fierro, reconocida divulgadora científica, ha expresado que “el contar con una cultura científica nos permitirá tener una mejor calidad de vida, pues durante nuestra existencia deberemos resolver una serie de problemas que la ciencia nos ayudará a enfrentar. Vamos a suponer que deberemos decidir si nos conviene someternos a un tratamiento con medicamentos transgénicos. Contar con una cultura científica nos da la idea de buscar la información pertinente... Por un lado esta formación nos ayudará a elegir el tipo de publicación adecuada para encontrar lo que nos interesa y, por el otro, discernir lo que es conveniente y entender lo relevante del texto. Particularmente en aspectos de salud es fundamental poder distinguir de manera crítica cuál es un medicamento valioso y cuál es un producto resultante de la charlatanería y la mercadotecnia en su conjunto “(Fierro, 2003, p. 20)

En México, la falta de una cultura científica adecuada y de un exceso mercadotécnico de los medios de comunicación ha trastocado la esencia de la información científica. Si se ve la televisión o se utiliza *Internet* se notará la gran cantidad de publicidad sobre productos que supuestamente nos permiten bajar de peso sin hacer ejercicios ni dietas, siendo obvio el hecho de que una persona almacena grasa si come más de lo que consume. Si la población tuviera una cultura crítica sabría que es imposible bajar de peso sin que no se consuma la grasa almacenada – a menos que se someta a una intervención quirúrgica, y que para mantener un peso determinado se debe consumir vía actividad física todo lo que se ingiere. Lo más importante en este punto es que la ciencia posibilita el desarrollo del pensamiento crítico y abstracto.

2.4.1 La divulgación de la ciencia

Existen diferentes términos para referirse a la transmisión del conocimiento científico al gran público. Estos términos varían y se diferencian principalmente por el enfoque ideológico, los objetivos que se persiguen y la relación que se busca establecer con el destinatario. Los más empleados en Iberoamérica son: la

apropiación social del conocimiento científico (Colombia), popularización de la ciencia y la técnica (fundamentalmente en el Cono Sur) y divulgación de la ciencia (México, España y otros países latinoamericanos). También se emplean los términos difusión y comunicación de la ciencia.

Se comentó anteriormente que la apropiación social de la ciencia y la tecnología se define como una estrategia de cambio social y cultural que debe ser pensada y estructurada por diferentes actores y que persigue entre otros objetivos que la sociedad genere e incorpore a su quehacer un conocimiento fundamentado de ciencia (Lozano, 2003). La popularización de la ciencia se ve como una estrategia democratizadora en la construcción social del conocimiento, como estrategia de movilización colectiva para el acceso al conocimiento de grupos poblacionales marginados de los espacios de aprendizaje y conocimiento (Merino y Roncoroni, 2000). Para Manuel Calvo Hernando (2003) divulgar la ciencia es transmitir al gran público, en lenguaje accesible y decodificado, informaciones científicas y tecnológicas. Ana María Sánchez (2000) propone una definición operativa: divulgar es recrear por algún medio el conocimiento científico. Por lo que respecta a la difusión de la ciencia se entiende ésta cuando la transmisión del conocimiento se da entre pares con una cultura científica básica compartida; mientras que la comunicación científica implica un diálogo entre el destinatario y los científicos y abarca tanto a la divulgación como a la difusión.¹⁶

El término *divulgación* es el que se emplea en México, aunque existen una diversidad de enfoques, formas de ejercerla, definiciones, objetivos, de lugares donde se lleva a cabo y de medios empleados para desarrollarla (Tonda, 2002). La divulgación de la ciencia es un campo multidisciplinario que se puede abordar desde diferentes perspectivas para su planeación, análisis, realización, evaluación y la relación con el destinatario sea público, usuario, lector o visitante (Reynoso, 2000).

Independientemente del enfoque empleado, existe consenso en cuanto a que además de transmitir cierta información, también es importante ayudar al público a comprender cómo se hace la ciencia, cuya aplicación lleva a la tecnología. La práctica del proceso que emplean los científicos, la búsqueda de la objetividad, la capacidad de hacer modelos de la realidad, la verificación experimental y la aceptación de que un error implica un cambio de modelo. Además, en una sociedad democrática la gente debe estar informada sobre el trabajo de los científicos para tener una opinión fundamentada acerca de temas polémicos, como la clonación, la biotecnología o la protección ambiental.

16

<http://www.oei.es/noticias/spip.php?article790>. La divulgación de la ciencia en México en el contexto de la América Latina. Julia Tagüeña, Clara Rojas y Elaine Reynoso.

Se debe estar consciente de que la divulgación de la ciencia permite entender, analizar y prever el impacto que la ciencia y la tecnología tienen en la sociedad. La divulgación de la ciencia constituye también una forma de enseñanza de la ciencia y de orientación vocacional a los estudiantes; ofrece además un espacio de reflexión y aprendizaje especialmente valioso para la sociedad y al aproximarse la misma al conocimiento se acerca al desarrollo humano integral. La divulgación científica tiene también el deber de informar sobre los logros de la ciencia nacional a la par con los desarrollos de la misma a nivel mundial. De su trabajo depende en gran medida el reconocimiento social de las comunidades científicas y la cura del analfabetismo científico que predomina en nuestro país.

La divulgación científica comprende todo tipo de actividades de ampliación y actualización del conocimiento, concebidas como acciones extracurriculares, no tratadas en el entorno escolar académico. La divulgación científica nace en el momento en que la comunicación de un hecho científico deja de estar reservada exclusivamente a los propios miembros de la comunidad investigadora o a las minorías que dominan el poder, la cultura o la economía. Esta actividad puede realizarse a través de museos interactivos, de conferencias, de libros de divulgación, de club de ciencias, de olimpiadas de ciencias, ferias de ciencias, exposiciones itinerantes, campamentos científicos juveniles y otros instrumentos de esta naturaleza. Entre los medios susceptibles de difundir los conocimientos científicos figuran el libro, la televisión, la radio e *Internet*, así como la organización de conferencias y eventos destinados a sensibilizar al público a los distintos aspectos de la ciencia y la tecnología. La divulgación científica se efectúa, por consiguiente, a través de vectores clásicos y recientes de comunicación social, y tiene también en cuenta la idea de que las relaciones evolucionan entre los científicos y los no científicos, es decir entre el público en general, los encargados de adoptar decisiones y los periodistas.

La divulgación de la ciencia en México tiene una larga historia, que se remonta a la época de la colonia. Esta historia ha estado ligada al desarrollo de la revistas. Desde las pláticas y folletos del siglo XVII hasta las gacetas y diarios, las publicaciones han sido, a partir del siglo XVIII, la base de la actividad en México. Con el crecimiento de la comunidad científica inició en la década de los sesentas del siglo pasado una nueva renovación de la divulgación al editarse las revistas *Física* y *Naturaleza* en la UNAM, en 1968 y 1970, respectivamente.

Ciencia y Desarrollo, Información Científica y Tecnológica, Avance y Perspectiva, Elementos, Contactos, Investigación Hoy, y recientemente *¿Cómo ves?*, *Hypatia* y *Conversus* han crecido y lamentablemente otras han desaparecido como la extinta *Chispa* que por más de 15 años llegó a un público infantil con singular éxito, hasta que las variaciones económicas del país la sacaron del mercado. Aunque existe un público mexicano interesado en la ciencia y la tecnología, se sigue careciendo de canales de comunicación más adecuados para llegar a un mayor público. La televisión ha perdido los espacios que antes había ganado (las cápsulas informativas de Conacyt-SEP y los espacios con documentales hechos en México, son prácticamente parte de la historia, y hoy

solo quedan los esfuerzos loables de TV-UNAM y del Canal 11 del Instituto Politécnico Nacional.

En actividades de comunicación directa con el público se iniciaron los ciclos de conferencias para público general “Domingos en la Ciencia” organizados por la Academia Mexicana de Ciencia (AMC) que aún se llevan a cabo en varios estados de la república, así como los “Encuentros de Divulgación de la Física (hoy de la ciencia)” organizados por la Sociedad Mexicana de Física (SMF). Hay que destacar la Colección *La Ciencia desde México*, hoy *La Ciencia para todos* del Fondo de Cultura Económica (FCE). También tiene ya una gran tradición la “Semana de ciencia y tecnología” organizada por el Conacyt que se festeja en toda la república.

A partir de esos años, la divulgación científica ha pasado de ser una actividad empírica a una actividad en vías de profesionalización (actualmente existen posgrados, diplomados y talleres que pueden ser tomados en la Dirección General de Divulgación Científica de la UNAM y en el Instituto Tecnológico de Occidente), pero con un grave rezago respecto a otros países. Los pioneros de la divulgación científica en México tuvieron que realizar notables esfuerzos por divulgar ciencia a través de espacios de comunicación diversos, que topaban con una indiferencia oficial o, peor aún, una indiferencia del público (los mexicanos no leen); el resultado, algunos espacios sucumbieron al paso del tiempo. Pero otros consiguieron madurar, y hoy están en una etapa adulta. Una generación de divulgadores (nacidos empíricamente casi todos, profesionalizados por la experiencia y los años), agrupados en la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, A.C. (Somedicyt), asume hoy sobre sus hombros el peso de intentar llevar la ciencia y la tecnología a un país que no termina de darse cuenta de la importancia estratégica que es el tener una cultura científica y tecnológica.

En México, la mayoría de los divulgadores se han centrado normalmente en las tareas más inmediatas que exige el entorno social, cultural y educativo nacional, marcado por las carencias y las necesidades más apremiantes, donde cualquier avance es importante. Por ello, ha sido sumamente escasa la divulgación de las interrelaciones entre ciencia y sociedad en el presente y a lo largo de la historia. Esta tarea no resultará nada fácil, aunque a simple vista pudiera parecer lo contrario. “Habrá que romper inercias y prejuicios sólidamente asentados en la comunidad científica, pero también en la de los divulgadores, a muchos de los cuales causa escozor la dimensión social de la ciencia [...]” (Bermúdez, 2002, p.23).

De ahí que una de las condiciones de mayor trascendencia para la divulgación futura de la ciencia, será ubicar su actividad como comunicadores desde la perspectiva social, con el fin de hacer saber a las nuevas generaciones en la clase de país y mundo que habitan. Y esto significa cuestionar los contextos nacional e internacional en relación al ¿por qué en algunos países la ciencia y la tecnología gozan de buena salud?, ¿por qué en México los gobiernos invierten

poco en ciencia?, ¿a qué se debe que los divulgadores en algunos países cuenten con facilidades, medios, recursos y un campo fértil para la creación de una cultura científica? Sin la perspectiva social de la divulgación, con dificultad se podrá responder a estas interrogantes. No se comprenderían las verdaderas razones del insuficiente desarrollo científico y tecnológico en este país. Podría seguir pasando inadvertido a todas luces la deficiente inversión pública y privada en investigación científica y aplicada. No se sería capaz de dilucidar los problemas que padecen los centros de investigación, y plantear soluciones viables a la educación científica, la formación de recursos humanos y la fuga de cerebros. Y más aún la incompreensión por la labor del divulgador en el marco del analfabetismo científico.

Los retos por los que atraviesa la divulgación son parte de su sentido de ser. Queda el problema de la divulgación científica hecha por científicos, aquella que trata de poner en contacto al público con los resultados recientes de las investigaciones de la comunidad científica nacional e internacional en palabras y letras de quienes hacen la ciencia, esta actividad no recibía ningún tipo de estímulo hasta años muy recientes. Y todavía hoy en día, algunos miembros de la comunidad científica ven con ojos despectivos la labor de divulgación, considerándola inapropiada para un científico respetable. El estigma del divulgador como un “científico de segunda” todavía se siente en los pasillos de diversas instituciones de prestigio. Afortunadamente eso ya está cambiando y nuevas generaciones se unen a la labor divulgadora, que dicho sea de paso, necesita muchas manos y muchas bocas.

Porque si los científicos no hacen divulgación, caemos en un círculo vicioso: sin divulgación, el público general no se sensibiliza de la importancia de la ciencia y la tecnología y por tanto, los recursos económicos del gobierno destinados a la ciencia y la tecnología se ven disminuidos o no van a las áreas estratégicas necesarias. Y sin recursos, el investigador no puede trabajar, y sin trabajo no habrá nada que publicar, menos aún que divulgar. Y sin divulgación [...] el círculo se repite [...] Divulgar para investigar. Investigar para divulgar.¹⁷

Otro de los retos que afronta la divulgación mexicana es la profesionalización, ya se han mencionado algunos esfuerzos. Sin embargo, no basta con crear opciones académicas, se debe pensar en establecer parámetros, indicadores o comisiones evaluadoras para definir los criterios propios de la divulgación. Esto no sólo servirá “para profesionalizar a los divulgadores, sino también para que en el futuro los proyectos de divulgación sean evaluados y financiados, en forma semejante a los de investigación” (Tagüeña, 2002, p. 322)

La motivación de la divulgación de la ciencia

Todo científico ha recibido una buena dosis de motivación para acercarse a la ciencia o bien para aportar un grano de arena en el avance de la misma.

17

<http://revista-alephzero.blogspot.com/2007/02/el-problema-de-la-divulgacin-cientfica.html>. Miguel Méndez Rojas.

Cuando esto ocurre se experimenta un gran placer. Cuando un investigador logra resolver algún problema o materializar algún descubrimiento o aportación al conocimiento se ha realizado. Ha logrado a través de su esfuerzo obtener un resultado. El solo hecho de aportar algo nuevo constituye para los científicos una motivación fundamental para seguir investigando.

Esta característica que es válida para el investigador también es aplicable al divulgador. Cuando un divulgador realiza un trabajo que logra transmitir inquietudes e ideas al público se siente satisfecho. Este mismo placer lo experimenta un estudiante cuando entiende un argumento complejo, termina una ecuación o resuelve un problema.

Un buen trabajo de divulgación puede motivar al público a acercarse de manera más profunda a un tema para su comprensión por varios caminos, pudiendo ser éstos el humor, la analogía, la historia o algún otro recurso. Empero la falta de comprensión o la dificultad también pueden servir de motivación para adentrarse en el conocimiento de la ciencia (Tonda, 2002).

El interés por la ciencia consiste en la necesidad de llegar al fondo de las cosas, entender cómo es el mundo en el que vivimos. Si a través de un artículo de divulgación no se logra del todo entender un tema específico pero ese artículo resultó atractivo, es probable que el lector se acerque a otros artículos y de esta forma aprende más sobre el tema. Cualquier persona que tenga interés en entender cuáles son los principios del mundo en que vivimos tendrá interés en aprender mediante los productos de la divulgación. Si en la educación formal no adquirió los conocimientos necesarios, a través de la divulgación podrá acercarse a este conocimiento.

En la motivación, los medios de comunicación desempeñan un papel fundamental para quienes se interesan por la ciencia o la desconocen. Por todas estas razones la ciencia es cultura, la cultura científica es un elemento decisivo en la educación de los mexicanos. La escuela no basta.

La comunicación de la ciencia

Por su importancia es justo reconocer que en la actualidad, en el ámbito de la divulgación científica se ha configurado la acepción denominada Comunicación científica, como el procedimiento por el cual el investigador científico disemina la información resultante de su investigación usando vías formales e informales para alcanzar a un público selecto (formal) y general (informal).

Pero el punto no termina allí, se afirma que una cosa es divulgar la ciencia y otra es ligar el conocimiento científico con la vida cotidiana, es decir comunicarlo; hacer que la gente participe de la información que desconoce mediante fórmulas novedosas (García, 2003). Hace 40 años, la comunicación se entendía como el resultado de la vinculación emisor-medio-recepción. Sin embargo, ahora el reto estriba en conocer primero la audiencia y transmitir el mensaje desde su posición.

Si se quiere colocar un mensaje de ciencia y tecnología en una sociedad mediática, altamente competida y saturada de información, se necesita no sólo que se conozca su valor, sino que sea también de interés para la sociedad.

Para dar a conocer la ciencia y la tecnología es necesario saber qué es lo que motiva e interesa a la gente (García, 2003). Es decir, más allá de divulgar es darle un sentido estratégico a la comunicación, lo que implica estudiar audiencias, conocer la dinámica de los medios, diseñar mensajes de alta calidad en producción y contenido. En resumen, para divulgar, para comunicar, hay que hacerlo conscientes de lo que requieren las personas a las que se dirige. Este es el reto para los comunicadores y divulgadores del siglo XXI.

Con fortuna se entiende que la distancia entre la ciencia y la sociedad se va acortando poco a poco. Hasta no hace mucho tiempo se percibía el mundo de la ciencia y de los científicos como alejados de la vida cotidiana. Sin embargo, actualmente se observa que determinados planteamientos de la ciencia constituyen una parte central de la inquietud social en lo que concierne a las decisiones políticas, éticas o profesionales que afectan a la calidad de la vida.

El desarrollo de la medicina, la informática, la biotecnología, la ecología o la astronomía están en primer plano del interés de grupos de ciudadanos cada vez más amplios, que solicitan no sólo mantenerse informados sino adentrarse en los conocimientos que se están abriendo paso y que son objeto de debate apasionado. Es un ejemplo actual de lo que puede llegar a ocurrir en muchas otras disciplinas científicas. Ello cuenta con el importante inconveniente de que la progresiva especialización del cultivo de las ciencias ha dado como resultado que la comunidad científica sea considerada, valorada, e incluso temida, como un sector social que posee conocimientos inaccesibles para el común de los ciudadanos.

Los cambios acaecidos en la práctica científica a lo largo de las últimas décadas han generado no sólo transformaciones en el terreno de las políticas públicas de ciencia y tecnología, sino también en la concepción de la comunicación. En las dos últimas décadas la comunicación de la ciencia ha transitado en el ámbito internacional de posturas que privilegian la transmisión unidireccional de conocimientos científicos a un público que se asume desconocedor de la ciencia, a posturas que privilegian procesos participativos y de doble vía en la relación ciencia y sociedad y en donde más que transmitir contenidos científicos se intenta promover un diálogo entre científicos y la sociedad sobre temas de interés (a menudo polémicos) y en los que se asume tanto para los científicos como para el público distintos tipos de experiencias.

La comunicación de la ciencia **actual** exige hacer un uso intensivo de las tecnologías de la información por su interactividad. Esto implica la formación de recursos humanos especializados en la propia comunicación científica que conozcan los temas a abordar, las técnicas y medios de transmisión de un

mensaje, así como a sus audiencias. Es pertinente agregar al trabajo comunicativo un plan de relaciones públicas. Los medios de comunicación no están del todo especializados en ciencia y tecnología y se hace necesario abrir nuevos espacios y convencer a los tomadores de decisiones de la importancia de la ciencia y la tecnología, así como ofrecer información especializada de alta calidad, novedosa y atractiva para los diferentes públicos.

En suma, los retos que enfrenta la divulgación de la ciencia no sólo están en la falta de recursos sino en ser creativos para encontrar espacios en los medios de comunicación y en conocer mejor la forma de operar de los medios para incidir en sus actividades y acciones. Lo que es claro es que el conocimiento científico seguirá careciendo de valor si el público no lo recibe en forma accesible y contextualizado, tal como lo ha propuesto la divulgación de la ciencia desde tiempo atrás. Pero aún así, aunque la divulgación de la ciencia se ha abocado a transmitir la ciencia al público con miras a que forme parte de su cultura, los esfuerzos han sido insuficientes (Sánchez, 2004), según la encuesta de Conacyt (1997) sólo el 20.13% de los mexicanos afirma haber visto un programa de ciencia y tecnología por televisión, el 11.25 % haber leído un artículo científico en los periódicos y el 11.71% haber visitado un museo de ciencias.

2.4.2 Los museos de ciencia y el fomento de la cultura científica

En Europa y Estados Unidos los museos de ciencia y tecnología fueron creados como muestra del desarrollo científico, aunque es importante destacar que desde sus orígenes han tenido vocación educativa. Uno de los antecedentes de los actuales museos de ciencia está en *The Science Museum*, con la *Children's Gallery*, creada en 1938 por el director del museo, Henry Lyons, quien buscó que los niños aprendieran por sus propios medios cómo funcionaban los desarrollos tecnológicos que se podían ver a través del recorrido por el museo. Todo surgió después de observar que los visitantes al *The Science Museum* tenían una actitud pasiva.

Entre 1950 y 1960, los educadores norteamericanos comenzaron a hablar de otro tipo de museo de la ciencia en el que se podía "hacer" y no solo mirar; el énfasis estaba en comunicar ideas. Entonces, los museos de ciencia encontraron la respuesta en la participación del usuario que dejó de ser un simple espectador para convertirse en un visitante que aprende y, lo que es mejor, aprende haciendo.

Así, apareció en escena un nuevo estilo de museos de ciencia conocidos como "Centros de Ciencia", cuyo interés principal, lejos del mero hecho de almacenar y exhibir, se orientó "más en demostrar principios científicos y técnicos que sus aplicaciones" (Fundació La Caixa, 1985). Lo cierto es que la nueva definición estableció retos para los diferentes tipos de museos, entre ellos, encontrar el camino para lograr claros objetivos educativos y pasar de ser vitrinas a instituciones dialogantes con su público. En 1969 abrieron sus puertas dos centros de ciencias pioneros de la actual museología científica: el *Exploratorium* de San Francisco y el *Ontario Science Center* de Toronto. Con los centros de

ciencias se difuminaron los límites con otras instituciones: se incorporaron libremente elementos de zoológicos, acuarios, jardines botánicos y hasta salas de arte o de historia.

Además, con la implantación de los sistemas multimedia en los museos, entendidos como la combinación de dos o más medios para presentar información, comienza el desarrollo del concepto de usuario-participante. Con la llegada de las nuevas tecnologías hace su aparición el concepto de interactividad. Según la investigadora norteamericana Stephanie Koester, los museos son interactivos desde el momento en que el público no sigue una exhibición de manera lineal; esto se completa con la oportunidad de utilizar medios para ampliar la información de la exhibición; con lo que se ampliaron las posibilidades de comunicación con los visitantes y los recursos para la educación (Castellanos, 1998).

Dentro de esta dinámica es interesante saber que los museos de ciencia y tecnología, que durante años exhibieron la historia de la ciencia moderna (el caso de Europa) o complementaron los currículos escolares (el caso de los Estados Unidos) (Butler, 1992), hoy son visitados por millones de personas en todo el mundo, gracias al tratamiento que dan a sus colecciones y exposiciones.

El *Exploratorium* es uno de los museos pioneros en la aplicación de nuevas tecnologías a la vida de la institución. Este museo creado por Frank Oppenheimer, un físico atómico que quiso crear en su país un museo similar al *Deutsches Museum* y a la *Children's Gallery* del *The Science Museum*, publicó en 1968 el artículo "*A rationale for a science museum*" en el que sugirió la psicología de la percepción como principio de las exhibiciones. Oppenheimer se basó en el oído, visión, gusto, olfato, tacto (incluyendo percepción de calor y frío). Su planteamiento era "crear un museo de la ciencia para que los visitantes usaran, tocaran y exploraran el mundo de la naturaleza a través de las exposiciones" (Butler, 1992, p. 78).

Actualmente, la misión general de los museos científicos pone énfasis en la niñez y en la juventud, en la apropiación de una nueva concepción de la vida en relación con el entorno, fomenta la actitud reflexiva y el espíritu creativo e investigador de las personas a través de la exhibición, la recreación y la divulgación de los fenómenos del hombre y la naturaleza. Ello, sin olvidar que los museos representan un esfuerzo social y económico importante, tanto de instituciones educativas como de sociedades científicas y patronatos.

En este sentido, los museos de ciencia experimentan grandes cambios y se formulan interrogantes que no se limitan solo a la transferencia de cultura o al impulso de la divulgación científica, tecnológica o artística, sino que, por su accesibilidad al público, interdisciplinariedad, flexibilidad temática y amplitud en el manejo de estrategias, instrumentos de apoyo, programas y proyectos, se han convertido en un apoyo didáctico idóneo, tanto para los cursos escolares, como en la educación permanente y para la vida y de manera especial para la divulgación

de la ciencia y la tecnología. En este sentido, Tagüena (2005) afirma que la educación constituye hoy en día la principal preocupación de los museos. De la misma forma, este tipo de museos ofrece al visitante la oportunidad de descubrir y experimentar con diversos objetos, lo que en primera instancia pone en juego todos sus sentidos y le hace vivir en forma directa y atractiva el conocimiento científico; y pone a disposición del visitante no especializado información científica y técnica explicada en forma accesible e interesante mediante el empleo de una gran variedad de medios (Sánchez, 2004).

Los museos de ciencia conscientes de esta situación, han adoptado un conjunto de estrategias y nuevos métodos con la finalidad de impulsar la creatividad natural del visitante y en particular de los niños y el interés por la investigación de los jóvenes reforzando así su papel como promotores de la ciencia y la tecnología. Entre las características más destacadas de los actuales museos de ciencia se cuentan las siguientes:

- El visitante aprende a través de la interacción con las exhibiciones y los estímulos que recibe en la visita al museo.
- Cuenta con guías, cédulas y animadores educativos que facilitan la comprensión de los fenómenos científicos.
- Se toman en cuenta los intereses y motivaciones del visitante, así como su perfil.
- Los museos de ciencia son instrumentos de educación, son museos cognoscitivos.

Una de las grandes preocupaciones en los museos de ciencias es la incertidumbre que prima en cuanto a la forma más adecuada de integrar los contenidos del museo a la cultura de sus visitantes. Es por ello, que aspectos relacionados con la percepción y la comprensión social de la ciencia en los museos de ciencia o más bien dicho, su consideración, es un tema del cual se habla de manera cotidiana, pero que presenta algunas controversias o confusiones que resultan de la consideración del museo como "espacio educativo no formal" (Aguirre, 2004), en el cual se asume como características educativas no formales: la voluntariedad, la no estructuración de los contenidos, la comunicación basada en el empleo de objetos y ayudas visuales, el aprendizaje, la cercanía a la realidad, la estimulación a la interacción social, la no certificación y la motivación intrínseca (Ramey-Gassert, Walberg et al. 1994). Es necesario hacer notar que no todas estas características son compartidas en la actualidad por los especialistas en los museos de ciencia.

En los museos es común escuchar preguntas del tipo "¿quién?", "¿qué?", "¿por qué?", ¿cómo? debería presentarse la ciencia al público en general. O bien: "¿quién está interesado en la ciencia?", "¿qué aspectos de la ciencia debería comprender el público?", "¿porqué debería comprenderlos?". En este contexto es importante decir que la comunicación social de la ciencia y los medios que se utilizan para hacer visible las ventajas que ofrece la ciencia en la sociedad tienen un papel estratégico que cumplir. En este sentido los museos de ciencia son

considerados promotores de la comprensión social de la ciencia (Walton, 2002) y contribuyen, en general, a crear un clima social favorable a la ciencia, la investigación y la racionalidad (Páramo, 2006).

Sagan (1997), alguna vez dijo que las consecuencias del analfabetismo científico son mucho más peligrosas en nuestra época que en cualquier otra anterior. Y más adelante ilustraba el papel que pueden desempeñar los museos: “El problema de la educación pública en ciencia y en otras disciplinas es tan profundo que es fácil desesperarse [...]. Y, sin embargo hay instituciones en las grandes ciudades y pequeños pueblos que proporcionan una razón para la esperanza, lugares que encienden la chispa, que despiertan la curiosidad adormecida y avivan al científico que todos llevamos dentro [...]. Cuando uno va a estos museos se da cuenta de las miradas de sorpresa y asombro de los niños que corren de sala en sala con la sonrisa triunfante del descubrimiento [...] Esas exposiciones no sustituyen a la educación en la escuela o en la casa, pero despiertan y producen entusiasmo. Un museo de ciencia inspira a un niño a leer un libro, a seguir un curso o a volver otra vez al museo”.

Para todos es sabido que la comprensión social o pública de la ciencia es algo positivo, y que las exposiciones y las exhibiciones de los museos pueden ayudar a aumentar dicha comprensión. La pregunta que cabría plantearse entonces es: ¿cómo se puede mejorar la realización de esta tarea?

Si se considera que una de las motivaciones principales de las personas para visitar un museo es el aprendizaje, éste y la comprensión de la ciencia se pueden lograr ofreciendo una variedad de opciones en cuanto a temas y medios utilizados en las exhibiciones y exposiciones para comunicar los mensajes propuestos: objetos tridimensionales, ilustraciones, imágenes, multimedia, videos, aparatos interactivos y demostraciones, entre otros (Reynoso, 2000). Los museos de ciencia generalmente utilizan una gama interesante de elementos expositivos permanentes y temporales y ofrecen buenas historias a sus visitantes, son por tanto un medio de comunicación, un medio contemporáneo hecho de estrategias y que saben utilizar otros medios: la conversación, las lecturas, la creación plástica, el teatro, las ferias, el cine, el club social, las colecciones, el documental, el *Internet* o la televisión.

Hasta hace poco tiempo, el concepto tradicional de la educación en el museo se centraba en las posibilidades de aprendizaje que esta institución ofrecía principalmente a los escolares y, consecuentemente, el personal del museo dedicaba sus esfuerzos a este tipo de visitantes. Sin embargo, en los últimos años se ha llegado a la conclusión de que el valor educativo es intrínseco al museo y que se debe manifestar en todas sus funciones y actividades, mismas que deben ser asequibles a todos. Esta misión educativa no se contrapone, por cierto, a que el museo posea programas concretos para visitantes en edad escolar obligatoria, sobre todo, porque entre sus atributos está la capacidad de promover el aprendizaje en condiciones diferentes a las escolares. Incluso, hay investigaciones que muestran que los estudiantes presentan una actitud mucho más participativa

en un marco educativo informal, como es el museo, que en un ambiente de clase (Russell, 1990). La relativamente reciente consideración de nuevas posibilidades educativas fuera del marco estrictamente escolar, y la misma evolución de las doctrinas educativas, han llevado a considerar otras maneras de adquirir una cultura científica.

Debido a la posibilidad de abarcar todas estas alternativas educativas es que muchos museos de ciencia han revisado sus declaraciones de objetivos, especialmente en lo que se refiere a reafirmar y reconocer su compromiso institucional en la educación de públicos muy diversos. Lo anterior implica también la enorme tarea de formar equipos de educadores que estén actualizados en la didáctica de las ciencias y que realicen investigación en el marco de la enseñanza no formal y en la divulgación de la ciencia.

La *National Science Teachers Association* (NSTA, 1998) de Estados Unidos hizo una declaración pública para apoyar los esfuerzos educativos de los museos y otros medios educativos informales, reconociendo la aportación que hacen a la educación de niños, jóvenes en edad escolar y adultos. La declaración reconoce asimismo que “las experiencias informales se extienden a los dominios sociales, cognoscitivos y afectivos” de aquellos que las experimentan.

Cada vez existen más museos de ciencia que invitan al público a acercarse al campo de trabajo de los científicos y que divulgan entre el público no científico, no solamente conceptos y teorías, sino además información sobre cómo procede la ciencia y cómo se inserta en todas las actividades humanas. Las visitas a laboratorios y otros programas no formales y de divulgación que ofrecen los museos, donde los científicos comparten su trabajo con el público, animan a la gente a acercarse a la ciencia.

Las instituciones educativas formales pueden visitar el museo con el objetivo de que sus alumnos profundicen en el estudio de determinados aspectos de sus programas de estudio y al mismo tiempo se acerquen a una institución cultural. Así, los estudiantes pueden aprovechar tanto la exposición permanente del museo, como las exposiciones temporales, para aumentar la eficacia de los métodos de aprendizaje habitualmente aplicados a los programas que marcan las instancias educativas oficiales: el museo se convierte en un instrumento de aprendizaje en beneficio de los alumnos, cuyo mayor o menor grado de éxito dependerá fundamentalmente del museo y de los profesores.

Las visitas pueden ser diseñadas por los profesores o por el equipo educativo del museo, quienes deciden el contenido de la visita que van a realizar de acuerdo con la oferta del museo y los contenidos educativos que desean desarrollar. En el caso de que la visita no tuviera ninguna relación con el programa de los alumnos, se le consideraría una actividad complementaria, es decir, una actividad no formal organizada por el mismo centro formal. La oferta educativa formal puede también recaer en educadores del museo; sin embargo, son pocos los museos que ofrecen este servicio, pues implica una labor de capacitación de

sus guías o de personal especializado. Además, se sugiere que sea el propio profesor quien guíe la visita ya que es él quien mejor conoce a sus alumnos y, por lo tanto, quien mejor sabrá preparar la visita y adaptarla a sus necesidades.

Falk y Dierking (2000) recomiendan explicar claramente a los grupos escolares las funciones del museo y los objetivos de la visita. Y aunque la visita sirve para demostrar o apoyar visualmente lo ya conocido, se debe evitar la visita desorganizada o agotadora a todo el museo, la que explica profusamente todos los equipos y, peor aún, la que deja abandonados a los alumnos.

Desde el punto de vista práctico, hay que señalar que las visitas escolares a los museos, precisamente por tener un claro objetivo pedagógico, presentan una serie de necesidades como son tiempo y espacio suficiente y tener en cuenta que la utilización del museo como un instrumento didáctico requiere de técnicas pedagógicas que normalmente no se aplican en las visitas casuales o individuales. Lo importante es dejar claro que el museo puede constituir un apoyo al aprendizaje a través del lenguaje de la exposición, de sus equipos interactivos y de los recursos didácticos, con los que finalmente divulga contenidos científicos a los grupos de estudiantes de diversos niveles académicos.

A partir de estas experiencias, en los llamados centros de ciencia se comenzó a observar dos intereses sociales particulares: el primero, mostrar al público que los museos de ciencia no eran instituciones elitistas, como se les llegó a percibir en algún momento, y el segundo, que podían responder a una necesidad social de ayudar a lograr niveles educativos más altos en los jóvenes y niños y de ofrecer oportunidades de aprendizaje a los adultos.

Se reconoce entonces que si los centros de ciencia han de ser un medio educativo y de divulgación que combata la idea de la ciencia como actividad altamente compleja y elitista, alejada de la sociedad y sus problemas, deberán intentar integrarla al acervo cultural general. La sociedad ha encontrado en los museos de ciencia a verdaderos escenarios en los que es posible canalizar numerosas iniciativas de carácter educativo, social y cultural. Así, los museos hacen de todo un poco: foro de debate y opinión, información, lugar de encuentro, promoción de las nuevas tecnologías, estímulo de cierto tejido empresarial, didáctica, apoyo a asociaciones científicas, diálogo entre manifestaciones culturales, archivo, educación y formación, mediación institucional, animación, divulgación, etc. (Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología [AMMCCYT], 2005). En cualquier caso, lo que se está poniendo de manifiesto en la praxis de los museos de ciencia es su enorme vitalidad y la capacidad de movilizar recursos y esfuerzos en favor de la cultura científica, por ello su influencia sociocultural en el entorno ha crecido en los últimos años.

La cultura científica, la divulgación y la educación científica conviven de manera natural en los museos de ciencia. De ahí el interés de tocar este tema y la forma como los museos de ciencia contribuyen a la promoción de la cultura científica. Según algunas encuestas nacionales (Conacyt, 2001) e internacionales

(Fecyt, 2002), los líderes de opinión, los profesionistas y el público que asiste a los museos manifiestan una mejor actitud hacia la ciencia y la tecnología y están en condiciones de enfrentar y asimilar con mayor éxito los cambios tecnológicos y, por ende, de mejorar su posición en el mundo globalizado.

En México, la misión general de los museos de ciencia es contribuir a la formación de ciudadanos, con una cultura científica y técnica que les proporcione elementos de decisión, tanto a nivel personal como colectivo, con un sentido de compromiso con su entorno natural y social, con valores que propicien el bien común, combatan la exclusión y fomente la equidad (Reynoso, Sánchez y Tagüña, 2006)

La importancia de estos museos y centros ha quedado de manifiesto con el constante incremento de miembros registrados en la AMMCCYT. La creación de museos interactivos y centros de ciencia es un fenómeno que lleva en México apenas unos cuarenta años: el Museo del Chopo fue fundado alrededor de 1960, el Museo de Historia Natural de la ciudad de México en 1964 y el Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad abrió sus puertas hace treinta años. En realidad, el primer centro mexicano de ciencias fue el Centro Cultural Alfa, creado en 1978 en Monterrey. En 1990 abrió sus puertas El Caracol, un pequeño museo de ciencias ubicado en Ensenada. Dos años más tarde, se inauguraron el Centro de Ciencias de Sinaloa, en Culiacán, y Universum, el museo de ciencias de la UNAM. En 1993 se crearon el Museo de Ciencia y Tecnología El Chapulín, en Saltillo; Papalote Museo del Niño, en la Ciudad de México, y el Museo de Ciencia y Tecnología de Xalapa, Veracruz. Desde entonces no ha cesado el movimiento creador y poco a poco la onda expansiva ha cubierto otras regiones del país (Padilla, 1998).

Los adolescentes en los museos de ciencias

Los museos de ciencias presentan una faceta museística peculiar para los adolescentes. Lo importante no es sólo ver sino manipular, jugar, indagar, descubrir. Se parte de la hipótesis de que a través de esta manipulación o acción pueden entenderse algunos principios científicos y técnicos en los que se basa la sociedad. En ellos se aportan formas de comunicación que convierten a las actividades experimentales en pequeños espectáculos. Se utilizan recursos de una tecnología próxima al "mundo" en el que viven habitualmente los adolescentes, por lo que con gran rapidez se sienten en su ambiente, al menos ésta es la intención de los museos.

Muchos adolescentes recorren los elementos del museo únicamente guiados por la curiosidad. No necesariamente buscan una explicación a todo, pero es un hecho que les encantan los elementos que les sorprendan e incluso que puedan llegar a su sensibilidad por sus aspectos estéticos, científicos o tecnológicos. El mayor porcentaje de los visitantes del museo lo constituyen los adolescentes que proceden de las visitas "extraescolares" de los centros de enseñanza básica y las visitas familiares. En Universum, el Museo de Ciencias de

la UNAM, el 43% de los visitantes totales, lo constituyen los adolescentes de 12 a 17 años (OPINA, 2006).

En general, la visita a los museos está motivada por los profesores y las escuelas de los estudiantes para conectar aspectos del currículo que se están impartiendo en el centro educativo con la oferta de los museos. La mayoría de los alumnos y alumnas llegan a los museos con ideas e interpretaciones propias de los fenómenos científicos que estudian y aunque no hayan recibido ninguna enseñanza sistemática sobre dichos fenómenos crean estas ideas e interpretaciones a partir de sus experiencias cotidianas, de sus conversaciones, de sus lecturas. A partir de breves encuestas realizadas a los anfitriones de Universum, se pone en evidencia el divorcio que existe entre estas ideas y las que habitualmente maneja la comunidad científica o los divulgadores que plasmaron en el museo los contenidos educativos e informativos que se ofrecen en las exhibiciones y/o salas interactivas.

Por ello, es importante aclarar que una visita que pretenda ser útil para conectar el museo con el currículo de ciencias que se están impartiendo en la escuela no puede dejar al "libre albedrío" de los estudiantes el recorrido por el museo. Estos únicamente afirmarían las ideas científicas previas de las que disponían antes de empezar la visita.

III. MARCO DE REFERENCIA TEÓRICA

3. MEDICIÓN DE LA CULTURA CIENTÍFICA Y LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA

La PSC es vista generalmente como una prioridad en el fomento de la cultura científica. El conocimiento de la percepción que se tenga tanto de población general como de segmentos determinados de ésta, como son los profesores, los alumnos de secundaria, preparatoria y de universidad, resulta una herramienta imprescindible para el diseño de líneas de actuación sobre la cultura científica, y constituye una base significativa para la ulterior realización de actividades formativas (Programa Nacional de Fomento de la Cultura Científica y Tecnológica [PNFCCT], 2009).

En general, los estudios de PSC han involucrado metodologías cualitativas (grupos focales, entrevistas abiertas) como instrumentos preliminares para preparar las encuestas de corte cuantitativo, que han privilegiado los investigadores dedicados al tema. Empero la revisión de los datos ha estado centrada en un análisis estadístico descriptivo de carácter simple, lo que ha permitido remarcar “algunas características comunes, globales y amplias de la percepción social” (Polino et al. 2006).

En las encuestas iberoamericanas de los años 90s sobre PSC se estableció que el público tenía un buen concepto y confianza en la ciencia, desconocía mucho de su contenido y metodologías científicas, le otorgaba calificaciones sobresalientes a la investigación científica, pero pocas personas podían identificar cuáles eran las investigaciones que se realizan en sus propios países. En lo referido a la comprensión de contenidos científicos los resultados resultaban relativamente bajos en la población. La representación social de la ciencia tendía a ser bipolar: la ciencia es percibida como mágica, esotérica y también como una fuente de conocimiento lógico y objetivo sobre el mundo. Esto supone una cierta aceptación de que el conocimiento científico ronda la vida cotidiana, pero al mismo tiempo la ciencia no era percibida para el público, dicho de otro modo, los ciudadanos expresaban que la ciencia está reservada para los científicos que la practican y entienden (Albornoz et al 2003); (Polino et al 2003, 2006).

Desde el punto de vista del interés y las actitudes, las encuestas han resaltado que los rasgos son más bien de tipo positivo, pese a temores considerados “normales” relacionados con temas complejos como la investigación con animales, la ingeniería genética o la clonación. Esto ha llevado a concluir que la ciencia goza de un clima social de confianza relativa.

3.1 Indicadores de percepción social de la ciencia y la cultura científica

La historia de la evaluación de la cultura científica es aún una historia por contarse. Lo que se ha realizado muestra que el camino recorrido ha estado repleto de prueba y error, lo que ha obligado a los investigadores a dar pasos

adelante y atrás. La producción de indicadores de percepción social y cultura científica desde la perspectiva de algunos organismos públicos y de gobierno lleva actualmente un ritmo de desarrollo sostenido en los países industrializados y cierto grado de elaboración en algunos países en desarrollo. Los informes nacionales o regionales de indicadores incluyen los referidos a la comprensión y actitudes hacia la ciencia y la tecnología, en tanto acercamiento y abordaje de los temas que involucran y delimitan el concepto de cultura científica adoptado.

Los estudios e indicadores de la percepción social han recibido el respaldo de instituciones públicas responsables de la formulación de políticas y gestión de la ciencia y la tecnología. Estos estudios se realizan ahora mediante un trabajo interdisciplinario que incluye metodologías de encuestas y análisis de datos. De esta forma se fomenta el uso de metodologías diversas que incluyen encuestas nacionales y regionales, grupos focales de discusión, entrevistas a profundidad, análisis de contenidos de los medios masivos de comunicación y estudios de panel con ciudadanos (Cytel, 2003).

En la edición 2004 de la encuesta de la NSF los Indicadores dedicados a la comprensión y actitudes del público acerca del desarrollo científico-tecnológico se estructuraron en torno a lo siguiente:

- Fuentes de información
- Interés y conocimiento percibido del público
- Conocimiento público acerca de ciencia y tecnología
- Actitudes del público acerca de cuestiones relacionadas con la ciencia
- Actitudes públicas acerca de temas relacionadas con la ciencia

Los estudios de la NSF concluyen que hay actitudes altamente positivas hacia la ciencia y la tecnología por parte de la mayoría de los norteamericanos pero, al mismo tiempo, señalan una comprensión baja de los contenidos del conocimiento científico y en particular sobre los métodos de la ciencia. Muchos en la comunidad científica se preocupan ante la susceptibilidad del público por creer en curas milagrosas, esquemas rápidos de enriquecimiento y otros fraudes, y por la posibilidad de que esa falta de conocimientos pueda afectar adversamente el nivel de apoyo gubernamental a la investigación, o a la cantidad de jóvenes que elijan carreras científicas y tecnológicas (MCyT, 2004, p. 24).

Con respecto a las fuentes de información, se confirma que la mayoría de los adultos norteamericanos obtienen información sobre ciencia y tecnología principalmente de la TV; los medios impresos quedan como segundos e *Internet* está teniendo un impacto importante sobre cómo la gente consigue informarse sobre ciencia y tecnología. El interés público aparece mezclado y se concluye que pareciera que la gente está interesada aunque no siga las noticias relacionadas con la ciencia, y muy pocos estadounidenses admiten no estar interesados en temas científicos y tecnológicos. Con respecto al conocimiento público en ciencia y tecnología, los norteamericanos no obtuvieron buenos resultados en las preguntas diseñadas para medir su conocimiento sobre ciencia. Y ese conocimiento no

parece estar mejorando, con una excepción: más gente sabe ahora que los antibióticos no matan los virus. Esto puede atribuirse a la cobertura en los medios acerca de bacterias resistentes a las drogas, un tema importante de salud pública.

Se revela que la mayoría de los norteamericanos no entienden claramente el proceso científico –que es un punto básico en el alfabetismo científico–; igualmente los estudios parecen indicar que no muchos norteamericanos son tecnológicamente alfabetos. La NSF argumenta que los científicos están preocupados por la persistencia de creencias que son contrarias a la videncia científica, como la astrología. Sin embargo, las actitudes del público hacia cuestiones relacionadas con la ciencia son favorables, particularmente hacia la ciencia básica y se reconoce un optimismo hacia la biotecnología.

Los resultados de la encuesta de la NSF se replican en la mayoría de los estudios internacionales sobre cultura científica. Uno de los motivos de la inclusión de capítulos de cultura científica en los informes oficiales de indicadores de ciencia y tecnología estriba en la necesidad de la comunidad científica de identificar adhesiones y/o rechazos por parte del público a proyectos o determinadas políticas de investigación y desarrollo. Independientemente del desfase entre conocimiento y actitudes que típicamente reflejan los resultados, estos aparecen como funcionales para la legitimación de la ciencia y de la política para la ciencia (MCyT, 2004, p. 25). Se ha argumentado, inclusive que se trataría de una política cultural tácita de legitimación de la ciencia y de sus instituciones (Wynne, 1995).

Es conocido que hay críticas a lo que se ha mostrado como limitaciones constitutivas del enfoque mismo en los estudios internacionales de percepción social de la ciencia (Weingart, 1998), (Bensaude – Vincent, 2003). Es importante decir esto, tanto para profundizar en el futuro sobre los enfoques como para identificar y aplicar métodos más confiables. Entre las limitaciones está el hecho de que se parte de una ciencia acotada a una definición en tanto cúmulo coherente de conocimiento disponible. Esta medición de la cultura científica basada en hechos (conceptos, leyes, teorías, etc.) es una concepción basada en la definición enciclopédica de cultura heredada del modelo de erudición del siglo XVIII. Cuando se mide la cultura científica de esta manera, como correlato de la cultura general, se acepta implícitamente que, a mayor conocimiento de hechos científicos, un individuo está más alfabetizado.

Con frecuencia las preguntas utilizadas para evaluar el tipo de comprensión de conceptos y términos básicos de la ciencia se repiten en una encuesta y en otra, como una manera de garantizar ciertos niveles de comparación internacional. Es razonable pensar que preguntas referidas a medir niveles de conocimiento de individuos presentan múltiples problemas y tienen también un problema de validación, puesto que ¿cómo se puede estar seguro de que este conjunto de afirmaciones permite evaluar el nivel de comprensión de conceptos, o son realmente indicadores de grado de cultura científica de una población? ¿Por qué éstas y no otras preguntas? En este sentido, la cultura científica entendida como comprensión de los métodos de la ciencia y algunos contenidos específicos de

conocimiento general es problemática, porque parece poco probable que la comunidad científica llegara a un acuerdo acerca de cuáles serían exactamente esos contenidos específicos que el público no puede ignorar (MCyT, 2004, p. 27).

La cultura científica concebida en estos términos arroja en las encuestas resultados previsibles de incompreensión por parte del público, las encuestas parten de la base que el público debería pensar y razonar en los mismos términos que el científico. Esta premisa conduce a interpretar las diferencias de conocimiento y pensamiento entre los científicos y el público en términos de ignorancia y los indicadores presentados no hacen más que resaltarla. Lo que se mide, entonces, son las deficiencias del público versus los conocimientos que posee la comunidad científica. Eso es lo que se ha dado en llamar el modelo del déficit de conocimiento, explicado en el capítulo 1 de este trabajo.

En el caso de las encuestas iberoamericanas de PSC, éstas se han aplicado a muestras aleatorias de población, la mayoría de las veces utilizando un núcleo de preguntas comunes. Estas encuestas han servido para acercarse a valoraciones que la sociedad realiza sobre la trayectoria de la ciencia y la tecnología en términos locales. De esta manera se evalúa el grado de legitimidad que la ciencia y la tecnología, en tanto productos, procesos e instituciones, tienen para la sociedad en función de los impactos que producen; lo cual es también una forma de medir el grado de institucionalización social del sistema científico-tecnológico y el papel que éste cumple en función de requisitos y demandas sociales (Polino et al 2003). Lo anterior es altamente positivo dado que con ello los ciudadanos perciben con mayor claridad los efectos positivos de la ciencia y la tecnología sobre el desarrollo socio-económico y la mejora de sus condiciones de vida y de trabajo (García, 2002).

Por ejemplo, de la encuesta española (Fecyt, 2006), se desprende que el 45% considera que son más los beneficios que los perjuicios de la ciencia y la tecnología y les asocian conceptos positivos como “progreso” y “bienestar”. Sin embargo, también identifican la ciencia y la tecnología con el “poder” y los “riesgos”, es decir, se evidencia la necesidad de proporcionar la información suficiente al ciudadano para que forme su opinión en cuanto a los beneficios y efectos perniciosos de la ciencia y la tecnología.

En Colombia la encuesta aplicada en 2004 se estructuró por tres componentes: en primer lugar captar la percepción general de los docentes, en segundo, la percepción y conocimiento de los docentes sobre lo que ocurre con la ciencia y la tecnología en el país, y en tercer lugar, la relación entre la ciencia, la tecnología y el quehacer profesional, teniendo como eje principal la escuela. Entre sus resultados se pueden mencionar que la primera imagen de los docentes sobre la ciencia y la tecnología, es que se trata de un factor de desarrollo y progreso con importantes efectos sobre nuestras formas de vida, sin embargo la mayor apreciación sobre su impacto es en el área de la salud y de las comunicaciones, con reconocimientos mucho menores cuando se opina sobre su relación con el conjunto del desarrollo de la sociedad.

Estas respuestas indican que continúa el predominio de la imagen tradicional de la ciencia, cuando se debería tener en cuenta por parte de los docentes esperar mayores valoraciones sobre la capacidad de la ciencia para transformar otros sectores y desarrollar el país. Otra de las ideas es que se considera pobre el papel de la ciencia en los asuntos públicos frente a los privados.

En 1997 se llevó a cabo en México por primera vez la encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología. Este estudio se levantó directamente en viviendas, considerando una muestra representativa de 2,568 personas mayores de 18 años residentes en zonas urbanas de la República Mexicana y tomó como base metodológica los estudios realizados por la Unión Europea y por la NSF de Estados Unidos, así como los reportes y recomendaciones elaborados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

Los indicadores que se consideraron en este estudio fueron los siguientes:

- Percepción del desarrollo científico en el mundo
- Percepción de actividades y disciplinas científicas
- Nociones de ciencia y la tecnología
- Actitud hacia la ciencia y la tecnología
- Interés y conocimiento de eventos noticiosos

La información recabada en esta encuesta permitió tener un mejor conocimiento de aspectos como el nivel de entendimiento del público en torno a la ciencia y la tecnología; la actitud de las personas frente a los cambios y efectos originados en dichas actividades; y los hábitos y canales más usuales para obtener información sobre estos temas. Además, los resultados de la encuesta han permitido construir una caracterización de grupos de la población respecto a su relación con temas de ciencia y tecnología.

Uno de los aspectos de interés de este estudio fue considerar la clasificación de personas bien informadas en ciencia, con información moderada y con información escasa. Se consideró que las personas bien informadas (BI) son aquellas que respondieron correctamente el 100 por ciento de los reactivos del cuestionario orientados a medir la cultura científica de la sociedad, mientras que son moderadamente Informadas (MI) las personas que respondieron correctamente al menos el 80 por ciento de los reactivos antes mencionados. Al resto de los encuestados se les caracterizó como personas con información escasa (IE). Los resultados de la encuesta muestran que en México 11.4 % de las personas encuestadas se pueden considerar como BI, mientras que el 33.6 % tiene MI y el 54.8 % cuenta con IE. El público bien informado reporta una relación directa con el nivel de estudios, siendo más cultos científicamente hablando aquéllos con estudios superiores o de posgrado. El rango de edad que mayor puntaje reportó la categoría BI es el de 30 a 39 años seguido por el de 18 a 29

años. Por sexo la diferencia entre hombres y mujeres bien informadas es casi nula.¹⁸

En la segunda encuesta mexicana (Conacyt, 2001) los indicadores se conformaron bajo el planteamiento que se presenta enseguida:

- Actitudes ante el avance científico y tecnológico
- Cultura científica
- Percepción del contenido científico de algunas disciplinas
- Interés y nivel de información científica
- Hábitos de consumo de medios masivos de comunicación
- Uso de computadoras e *Internet*
- Asistencia a museos, acuarios, zoológicos y bibliotecas

Entre los resultados de esta encuesta se destaca que 85% de los mexicanos mayores de 18 años no leen revistas de ciencia y tecnología; 61% expresó no haber leído nunca artículos de ciencia y tecnología en periódicos; 66% dio a conocer que nunca había visto programas de ciencia y tecnología en TV; y el 96% no había escuchado noticias de ciencia y tecnología en radio. Por todo esto, es necesario reconocer que en tanto se mantenga una escasa información científica se obstaculiza la toma de decisiones bien informadas en la vida cotidiana y en el desenvolvimiento social. Es por ello que los resultados de las encuestas mexicanas motivan una serie de recomendaciones de promoción de la “cultura científica” a partir de estrategias de comunicación social de la ciencia (Seminario Cultura Científica, 2005). En la cultura científica nacional se debe buscar además una amplia participación de especialistas de diferentes disciplinas de las ciencias sociales y las naturales, de las humanidades, de las tecnologías, y la participación de representantes ciudadanos de diferentes sectores sociales (Olivé, 2003).

3.2 Aspectos de la Cultura Científica evaluados en los adolescentes

Las encuestas de PSC aplicadas en el mundo iberoamericano establecen en la muestra que el universo de sus encuestados son de 18 años en adelante, siendo la mayoría personas adultas entre 25 a 55 años, que representan del 60 al 85% de la muestra, según la encuesta nacional que sea consultada. En este sentido, la presencia de los adolescentes y los jóvenes tempranos es mínima.

Las únicas encuestas nacionales que proporcionan algunos datos relacionados con los adolescentes son las encuestas de percepción social de la ciencia y la tecnología en España efectuadas en los años 2002 y 2004 que ofrecen un estudio pormenorizado de las respuestas correspondientes a los dos grupos más jóvenes de la muestra: menores de 18 años –adolescentes- y de entre 18 y 24 años de edad –jóvenes. En el caso de la encuesta de 2004, se analizaron las

¹⁸

Fuente: Conacyt, Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México, 1997.

respuestas de 168 adolescentes menores de 18 años, lo que representa el 4.94 % de la muestra total que fue de 3,400 sujetos.

En dicho estudio se efectuó el análisis de las percepciones sociales que sobre la ciencia y la tecnología tuvieron los adolescentes y jóvenes en esos años y las compararon. Los aspectos que abordaron fueron los siguientes: primero, los temas que interesan a los adolescentes y jóvenes, su nivel de información en esos temas, los medios de los que toman información, así como las actividades científico-culturales que suelen desarrollar; segundo, la imagen que tienen de la ciencia y la tecnología y de las distintas disciplinas y profesiones con ellas relacionadas; y tercero, las ideas que esa población tiene sobre el desarrollo científico y tecnológico nacional, así como los asuntos que considera prioritario investigar en el futuro.

En la encuesta española (Fecyt, 2004), se dice que el tema que más interesa a los adolescentes españoles es el relativo a los deportes (47%) y después el cine y los espectáculos (36%); la ciencia y la tecnología alcanza 13%. Sobre el consumo de medios de comunicación y la utilización de los recursos culturales, los adolescentes afirman que las series de televisión, las películas y los programas musicales son sus preferidas (78%), los documentales de ciencia y tecnología obtienen 1.5% y también tienen poco interés en los programas de salud y cultura. Respecto a la preferencia por leer libros, el 32% reconoció no ser un lector habitual y la lectura de libros sobre ciencia y tecnología sólo la realiza el 5.4% de los adolescentes. Sobre las revistas de divulgación científica, el 8% de ellos estaba en la esfera de su interés. *Internet* es el medio más usado, después de la televisión, mientras que la radio parece quedarse obsoleta para ellos. *Internet* supera a la televisión en cuanto al medio que más confianza tienen para informarse sobre ciencia y tecnología, ya que el 52 % de los adolescentes señaló este aspecto. La actividad más frecuente que realizan los adolescentes es ir al cine, luego ir al parque, recorrer la ciudad, visitar un monumento histórico y las visitas a museos técnicos de ciencias y museos especializados o temáticos, ocupan los últimos lugares.

Los adolescentes españoles son bastante críticos con su formación científica formal. El 23% de ellos considera que su nivel de formación es bueno, 32% es normal, y 35% es bajo. De la misma forma, la gran mayoría considera que la utilidad del conocimiento científico y técnico adquirido durante su proceso de formación es mínima. Pese a ello, el 80% afirma que un mayor conocimiento científico puede mejorar la capacidad de las personas para decidir cosas importantes en sus vidas.

Sobre la imagen que los adolescentes tienen de la ciencia y la tecnología parece ser ambigua sobre estos temas, ya que muestran aproximadamente el mismo grado de acuerdo con las afirmaciones positivas y negativas. El término que asocian en mayor medida con la ciencia y la tecnología es el de “progreso”, seguido de los de “bienestar” y “poder”. Las disciplinas que los adolescentes consideran más científicas son la medicina, la física y la biología; y los médicos les

parecen los profesionales de mayor solvencia científica y luego los ingenieros/arquitectos. Sobre la profesión de investigador, más de la mitad de los adolescentes encuestados consideran que es una profesión muy atractiva, que compensa personalmente, que está bien remunerada y que goza de un alto reconocimiento social.

Es importante también señalar que la opinión de los adolescentes españoles sobre la atención que se dedica a la investigación en los hospitales y en las universidades es bastante optimista. Sobre los ámbitos prioritarios para la investigación aplicada con vistas al futuro, más del 75% consideró prioritaria la investigación en medicina, seguida muy de lejos por el medio ambiente y por las fuentes de energía y la alimentación.

En México, la Encuesta Nacional de Juventud (IMJ, 2005) permite conocer las características educativas, las tendencias del comportamiento, las expectativas y los modos de participación social y cultural de los adolescentes y jóvenes mexicanos. Los resultados de este estudio están divididos en varios aspectos, de los cuales se dan a conocer los que a juicio del autor de este trabajo tienen cierta relación con el proyecto de investigación.

En el ámbito denominado instrucción, más del 80% de los adolescentes sólo se dedica a estudiar. La mayoría de ellos, 65% reporta haber alcanzado secundaria incompleta, y a partir de este punto la salida definitiva de la escuela es evidente. El nivel secundaria es completado en mayor medida por las mujeres que por los hombres, sin embargo, el nivel medio superior tiene datos sensiblemente mayores en los hombres. Para ambos sexos la edad entre los 15 y 17 años es crucial para la deserción educativa. La mayoría de los adolescentes cuenta con el apoyo familiar para el sustento de sus estudios, aquellos que tienen algún tipo de beca son muy pocos. Más del 70% de los adolescentes se siente satisfecho con el nivel de estudios que tiene. Su satisfacción se liga a la alta valoración que le imprimen a la educación y a sus conocimientos, como elementos decisivos para sus trayectorias futuras.

En salud, los adolescentes evalúan positivamente su estado de salud. La percepción de los adolescentes sobre la relación de su cuerpo con el peso, lo consideran adecuado, más del 82% en los hombres y 77% en las mujeres. En Sexualidad, los adolescentes afirman haber iniciado sus relaciones sexuales entre los 15 y los 19 años. Ligado con este tema, la mitad de ellos declara conocer y utilizar alguno de los métodos anticonceptivos. La mayoría conoce las infecciones de transmisión sexual.

En términos de expectativas, los adolescentes se sienten confiados de que en el futuro podrán realizar sus proyectos más anhelados. Las principales expectativas son: tener un trabajo, una buena posición económica, tener familia e hijos y salud. La posibilidad de continuar estudiando sólo la manifiestan el 9%. Las preocupaciones son bastante homogéneas entre hombres y mujeres: el miedo a la muerte, no tener salud, no tener trabajo y fracasar en la vida.

En la esfera de la vida pública, los adolescentes tienen sus “creencias” que pisan el lindero del ámbito religioso, formando parte de los marcos de acción y referencia social. Los elementos más ligados a esto son el alma, los milagros, la Virgen de Guadalupe y los pecados, donde más adeptos tienen, sobre todo en las mujeres. Del lado del consumo, los adolescentes acostumbran comprar música, ropa, películas, videojuegos y revistas. Sobre el equipamiento cultural-tecnológico, los hombres manejan más los celulares, las computadoras, calculadoras, “maquinitas” y videojuegos, mientras que las mujeres saben más de celulares, computadoras, *Internet* y MP3; pero sobre todo sobresale el intensivo uso del teléfono celular que sobre pasa el uso de la computadora o el navegar en *Internet*. Del lado del equipamiento en casa, la relación es otra, son pocos los que cuentan con estos dispositivos tecnológicos. Lo que más poseen son celulares, reproductores de DVD y de MP3. Las computadoras y el acceso a *Internet* están limitadas.

En relación a valores, lo más significativo es la familia, luego el trabajo y después la educación. La mayoría de los adolescentes afirma que ha llevado la vida de una manera positiva. Su perspectiva sobre derechos humanos, los sienten categóricamente respetados. Los casos más graves de discriminación los perciben debido a su apariencia física y por la falta de dinero, muy pocos se sienten vulnerados en razón de su edad.

Sobre aspectos vinculados a los hábitos de consumo de información científica, en una encuesta sobre consumo temático de la revista *¿Cómo ves?*, se afirma que los lectores, potencialmente adolescentes y jóvenes, se enteran de los temas científicos a través de las revistas (72.4%), la televisión (40.1%) e *Internet* (28.6%). Entre las conclusiones de este trabajo se establece que la percepción que tienen los mexicanos sobre la ciencia responde a factores directamente relacionados con la difusión y la comunicación de la ciencia en los medios (*Cómo ves*, 2006).

IV. LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA DE LOS ADOLESCENTES DE LA CIUDAD DE MÉXICO

4. LO QUE SABEN Y LO QUE OPINAN LOS ADOLESCENTES DE LA CIUDAD DE MÉXICO SOBRE LA CIENCIA

4.1 Introducción

El presente estudio constituye una aproximación de la “cultura científica” entre los adolescentes de la Ciudad de México. De conformidad con el punto 1.4 de este trabajo, se reconoce que este concepto puede evaluarse a partir de dimensiones como la percepción social de la ciencia, entre cuyos indicadores se cuentan la comprensión de conocimientos científicos, la actitud hacia la ciencia y la tecnología, la identificación de hábitos científicos, las formas de procuración de información científica y las acciones que manifiestan los adolescentes que están dispuestos a realizar o han realizado en razón de su propia apropiación de la ciencia.

La metodología de investigación de este proyecto tiene como principal fuente el enfoque teórico-metodológico desarrollado por la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT/CYTED) del programa Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación (CTS+I) de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), con sede en Madrid.

Tipo de estudio

Este estudio es de carácter exploratorio sobre la PSC de los adolescentes de la Ciudad de México.

Muestra

En este estudio participaron en la aplicación de encuestas piloto (n=864) y final (n=1808) adolescentes y jóvenes de 14 a 18 años de nivel básico medio y medio superior de escuelas públicas y privadas de la Ciudad de México.

4.2. Metodología

Objetivo general

Explorar la percepción social relacionada con la ciencia y la tecnología de una muestra de adolescentes mexicanos de la Ciudad de México

Objetivos específicos

- Explorar la comprensión del conocimiento científico de los adolescentes

- Explorar la actitud hacia la ciencia que manifiestan los adolescentes
- Explorar la actitud hacia la tecnología que manifiestan los adolescentes
- Explorar los hábitos y los comportamientos hacia la ciencia que dan a conocer los adolescentes
- Desarrollar un cuestionario válido y confiable de evaluación para hacer las exploraciones requeridas.

Hipótesis general

HG. La cultura científica de los adolescentes de la Ciudad de México presenta conocimientos, actitudes, hábitos y comportamientos más favorables a la ciencia conforme cursan un nivel educativo mayor.

Hipótesis específicas

- H1. A mayor escolaridad, hay mayores conocimientos científicos
- H2. A mayor escolaridad mejores actitudes (positivas) hacia la ciencia
- H3. A mayor escolaridad mejores actitudes (positivas) hacia la tecnología
- H4. A mayor escolaridad mejores hábitos y comportamientos hacia la ciencia
- H5. Existen diferencias significativas en los conocimientos científicos entre hombres y mujeres
- H6. Existen diferencias significativas en las actitudes hacia la ciencia entre hombres y mujeres
- H7. Existen diferencias significativas en las actitudes hacia la tecnología entre hombres y mujeres
- H8. Existen diferencias significativas en los hábitos y comportamientos hacia la ciencia entre hombres y mujeres
- H9. Existen diferencias significativas en los conocimientos científicos entre escuelas públicas y privadas
- H10. Existen diferencias significativas en las actitudes hacia la ciencia entre escuelas públicas y privadas
- H11. Existen diferencias significativas en las actitudes hacia la tecnología entre escuelas públicas y privadas
- H12. Existen diferencias significativas en los hábitos y comportamientos hacia la ciencia entre escuelas públicas y privadas
- H13. Existen diferencias significativas en los conocimientos científicos entre estudiantes de secundaria y preparatoria
- H14. Existen diferencias significativas en las actitudes hacia la ciencia entre estudiantes de secundaria y preparatoria
- H15. Existen diferencias significativas en las actitudes hacia la tecnología entre estudiantes de secundaria y preparatoria
- H16. Existen diferencias significativas en los hábitos y comportamientos hacia la ciencia entre estudiantes de secundaria y preparatoria

4.3 Desarrollo del proyecto

4.3.1 Fase 1: Exploratoria

Objetivo

Explorar la percepción social de la ciencia que posee una muestra de adolescentes de la Ciudad de México.

Participantes

- 36 adolescentes entre 14 y 18 años que se observaron en su visita a un museo de ciencias y se tomaron notas de campo de su comportamiento.
- 80 adolescentes entre 14 y 18 años que contestaron un instrumento sobre conocimientos
- 80 adolescentes que contestaron un instrumento sobre actitudes hacia la ciencia y la tecnología
- Cuatro divulgadores de la ciencia que analizaron en conjunto las encuestas de percepción social de la ciencia aplicadas en Argentina, Colombia, España, México y Panamá

Instrumentos

- Notas de campo (Anexo 1). El autor de este trabajo efectuó una serie de recorridos libres dentro de las salas de exhibición de un museo ciencias de la Ciudad de México siguiendo a grupos de adolescentes y anotando las observaciones correspondientes.
- Un instrumento sobre conocimientos (Anexo 2). Se diseñó una encuesta de 15 reactivos sobre conocimientos de ciencias naturales, principalmente, 8 de estos reactivos fueron escritos de manera inversa con el fin de explorar su comprensión.
- Un instrumento sobre actitudes hacia la ciencia y la tecnología (Anexo 3). Se diseñó una encuesta de 10 reactivos y 5 opciones de respuesta tipo Likert. Estos reactivos fueron elegidos de encuestas iberoamericanas.
- Informe del análisis de las encuestas iberoamericanas (Anexo 4). La diversidad de las encuestas iberoamericanas ha sido considerada la fuente principal de este trabajo de investigación

Procedimiento

Observación libre de adolescentes en su visita a un museo. En seis visitas a un museo de ciencias, se observó el comportamiento de los adolescentes en forma individual y colectiva desde su llegada hasta su salida. El recorrido incluyó la entrada, el recorrido en las salas de exhibición, su participación en talleres y la forma como se comunicaban con los monitores o guías del museo. El periodo de observación fue de dos horas en promedio por cada visita.

Aplicación de un cuestionario sobre conocimientos. A partir de la selección de reactivos sobre conocimientos científicos de algunas encuestas iberoamericanas y algunos reactivos elegidos de textos de cédulas de diversas exhibiciones del museo, se elaboró un cuestionario de 15 reactivos con dos opciones de respuestas: “no”, “sí”. Este cuestionario se aplicó a los

adolescentes de manera intencional cuando éstos se encontraron en el vestíbulo o a la salida del museo.

Aplicación de un cuestionario sobre actitudes hacia la ciencia y la tecnología. De la misma forma, se eligieron reactivos sobre actitudes hacia la ciencia y la tecnología de las encuestas iberoamericanas y se diseñó un cuestionario con cinco opciones de respuestas: “totalmente en desacuerdo”, “en desacuerdo”, “ni en desacuerdo ni de acuerdo”, “de acuerdo” y “totalmente en desacuerdo”. Este cuestionario se aplicó de manera intencional cuando éstos se encontraron en el vestíbulo o a la salida del museo.

Análisis de encuestas iberoamericanas por divulgadores. Se realizaron cuatro sesiones de trabajo en las que participaron -a invitación del responsable del proyecto- cuatro divulgadores de la ciencia mexicanos. En la primera sesión de trabajo se conocieron los tipos de encuestas aplicados en el ámbito iberoamericano; en la segunda sesión, cada uno de los participantes propuso la conformación de los componentes o subescalas de un cuestionario piloto; en la tercera sesión se acordaron los tipos de reactivos a utilizar en los cuestionarios de exploración; y, en la cuarta sesión se acordó el tamaño y el alcance del cuestionario piloto.

Tratamiento de la información

- Se realizó un análisis de contenido en el caso de las notas de campo.
- Se realizaron análisis descriptivos en términos de frecuencias de respuesta a los instrumentos de conocimientos y de actitudes hacia la ciencia.

Resultados

Observación del comportamiento de los adolescentes:

- Se sienten a gusto en un ambiente museístico
- Presentan ideas diferentes sobre temáticas científicas a las expresadas por los científicos o los divulgadores que diseñan las exposiciones en un museo
- El comportamiento es variado, según sea la visita individual o colectiva

Aplicación del cuestionario sobre conocimientos:

- 83.8% de los encuestados acertó las respuestas del cuestionario
- En general, los reactivos redactados “incorrectamente” resultaron ser los más difíciles
- 30% de los estudiantes consideran incorrectamente que “el sonido viaja más rápido que la luz”; 27% no se ha enterado que Plutón es considerado un planeta enano; y 24.6% de ellos no sabe que “el gen del padre es el que decide si el bebé es niño o niña”.

Aplicación del cuestionario sobre actitudes hacia la ciencia:

- En general se aprecia una actitud favorable a la ciencia por los beneficios que otorga a la humanidad

- Los estudiantes puntualizan las dificultades que enfrentan en el estudio de la ciencia y los riesgos que enfrenta su uso
- 59.7% dice estar de acuerdo y totalmente de acuerdo con la frase “la ciencia sólo es comprendida por unos cuantos”; y 48.4% expresa estar totalmente en desacuerdo y en desacuerdo con la frase “la ciencia es la única fuente confiable de conocimiento”

Análisis de encuestas sobre percepción social de la ciencia, aplicadas en países iberoamericanos

- Las encuestas presentan una variedad de componentes y reactivos que ponen énfasis en la comprensión del conocimiento, las actitudes hacia la ciencia y la tecnología, el reconocimiento de los científicos locales y sus logros, los beneficios y los riesgos de la ciencia, los modos de apropiarse de información científica, la inversión en la ciencia, el reconocimiento de las instituciones nacionales de investigación y fomento científico, entre otros aspectos.
- Se reconoce que las encuestas utilizan un número importante de reactivos que se repiten en las versiones nacionales
- Las opciones de respuestas y aunque sean los mismos reactivos no permiten en muchos casos la comparación directa.
- Se aprecia que la investigación sobre percepción social de la ciencia y cultura científica se encuentra mayormente desarrollada en España y Argentina.

Consideraciones

Para la conformación y validación del cuestionario piloto se decide considerar los rubros comunes que presentan las encuestas iberoamericanas: conocimientos, actitudes, hábitos y comportamientos, información científica, asistencia a museos y otros espacios culturales; e incluir opciones de respuesta tipo Likert. En el componente de “conocimientos científicos”, los reactivos que serán redactados en forma correcta e incorrecta, con el fin de verificar si estos últimos resultan ser los más difíciles; y se decide utilizar el “no sé”, con el fin de explorar su uso. Se decide también incluir algunas otras dimensiones con el objeto de explorar su conformación en factores y para realizar análisis posteriores.

4.3.2 Fase 2. Construcción del instrumento

Objetivo

Construir un instrumento válido y confiable que permita medir la percepción social de la ciencia en adolescentes de la Ciudad de México.

Participantes en la aplicación piloto

Participaron 864 adolescentes entre 14 y 18 años de diversos estratos socio-económicos de escuelas secundarias y preparatorias tanto públicas como privadas de la Ciudad de México; la media de edad es de 15.26 años con una desviación típica 1.231; 63% estudiantes de tercer año de secundaria y 37% de estudiantes de los tres grados de preparatoria; 56.7% son de sexo femenino y

43.3% de sexo masculino; 89.7% acuden a escuelas públicas y 10.3% a escuelas privadas; la escolaridad promedio del padre es segundo año de preparatoria y la de la madre secundaria completa con estudios técnicos o comerciales.

Instrumento

Para la conformación del instrumento que se sometería a los procesos de confiabilidad y validez, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- La experiencia de los países iberoamericanos que han aplicado encuestas nacionales y esencialmente la que se ha desarrollado en el marco de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) con el programa Indicadores sobre percepción social de la ciencia, cultura científica y participación social.
- La información obtenida en el Seminario de percepción social de la ciencia y cultura científica que efectuó la OEI en Antigua, Guatemala. A este evento asistió el autor de este trabajo en representación de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica.
- Los resultados de la fase uno.

Lo anterior permitió contar con un instrumento conformado por 265 reactivos, dividido en 16 dimensiones que exploraban la comprensión de los conocimientos científicos, la actitud hacia la ciencia, la actitud hacia la tecnología, la asociación con la investigación científica y el desarrollo tecnológico, la importancia de las instituciones científicas y los científicos, el interés general en actividades de diversa índole, el aprecio a las profesiones, el interés por las carreras científicas, el grado de aprendizaje en ciencias, el uso que le da a lo aprendido, los hábitos personales y el gusto y comportamiento hacia la ciencia, el interés en la información científica, el recuerdo de la noticia científica, la importancia del interés, la asistencia a centros culturales y su opinión sobre las razones para visitar museos y centros de ciencia.

Procedimiento

- La aplicación del cuestionario respectivo se efectuó en 12 escuelas públicas y privadas de la Ciudad de México, previa aceptación de los directores o responsables académicos. En el caso de las escuelas públicas la aceptación de la aplicación fue de inmediato mientras que en las escuelas privadas se dirigieron cartas a los directores y se tuvieron entrevistas con las áreas académicas para conocer y validar el contenido del cuestionario. En ambos casos se determinaron los días de acceso, los grupos y el horario de la aplicación.
- La aplicación se llevó a cabo entre mayo y agosto de 2007 de manera individual, solicitando a los adolescentes su participación en forma voluntaria y anónima.

Tratamiento estadístico

- Discriminación de reactivos por el método de t de Student. Esta prueba es de carácter comparativo y se efectúa para lograr la discriminación de los reactivos por grupos contrastados. Además permite aplicar una prueba de comparación de medias para dos grupos independientes.
- Análisis Factorial con el método de componentes principales, con rotación ortogonal (varimax) para obtener la validez de constructo del instrumento. Este procedimiento estadístico constituye una técnica multivariada para medir el constructo multidimensional.
- Coeficiente Alpha de Cronbach para obtener la confiabilidad tanto de las dimensiones que componen al instrumento como del instrumento total. Esta prueba se aplica debido a que los reactivos son de opción múltiple y sirve para determinar la consistencia interna del instrumento de evaluación.

Resultados

Discriminación de reactivos

Los reactivos que discriminaron fueron 80 de los 265 iniciales.

Análisis Factorial

Las cargas factoriales de los reactivos que conforman cada una de las dimensiones se encuentran en el anexo 5.

Dimensión “conocimientos”. Se obtuvieron 2 factores:

No. Factor	Nombre	Alpha de Cronbach
1	Conocimientos científicos sobre ciencias naturales (redactados inversamente)	0.700
2	Conocimientos científicos sobre ciencias naturales (redactados correctamente)	0.617

Dimensión “actitud hacia la ciencia, la investigación científica, las instituciones y los científicos”. Se obtuvieron 4 factores:

No. Factor	Nombre	Alpha de Cronbach
3	Actitud positiva hacia la ciencia	0.765
4	Valoración de la importancia de los científicos y las instituciones	0.726
5	Asociación con la investigación científica	0.709
6	Actitud negativa hacia la ciencia	0.617

Dimensión “actitud hacia la tecnología, el desarrollo tecnológico e *Internet*”. Se obtuvieron 5 factores:

No. Factor	Nombre	Alpha de Cronbach
7	Asociación positiva con la tecnología	0.809
8	Actitud positiva hacia la tecnología	0.698
9	Actitud negativa hacia la tecnología	0.660
10	Asociación positiva con el desarrollo tecnológico	0.640
11	Asociación positiva con <i>Internet</i>	0.635

Dimensión: “Hábitos y comportamientos”. Se obtuvieron 3 factores

No. Factor	Nombre	Alpha de Cronbach
12	Conductas favorables a la ciencia	0.825
13	Hábitos personales y de cuidado del medio ambiente	0.640
14	Hábitos y gustos sociales	0.636

La confiabilidad total del cuestionario piloto fue de 0.884

Consideraciones

Con los resultados de la fase dos, se obtuvo un cuestionario válido y confiable, para aplicarlo en la fase final del estudio. Para efectos del proyecto de investigación, se decide considerar los factores denominados conocimientos científicos, actitudes hacia la ciencia, actitudes hacia la tecnología y hábitos y comportamientos, que constan de 80 reactivos y 14 factores.

Con el propósito de conocer la opinión de los adolescentes sobre algunos indicadores se incluyen los denominados interés en carreras profesionales, aprendizaje en ciencias y algunos otros que no formaron factores adecuadamente (Alpha de Cronbach menor a 0.600), además los que se refieren a “información científica”, “recuerdo de temas y medios de una nota científica”, “razones para leer revistas de divulgación científica”, “frecuencia de visita a centros culturales” y “razones para visitar museos y centros de ciencia y tecnología. En el cuestionario se agrega también una componente sobre capital cultural familiar y económico y componentes socio-demográficos.

4.3.3 Fase 3. Estudio Final

Objetivo

Conocer la percepción social de la ciencia de una muestra de adolescentes de la Ciudad de México.

Participantes

- La muestra no aleatoria se seleccionó con base en la diversificación de estratos socio-económicos (escuelas públicas y privadas) que caracterizan a la población de la Ciudad de México y en función de la aceptación de las instituciones a participar.
- El estudio se realizó con 1808 adolescentes con la siguiente distribución de la edad: 14 años (22.2%), 15 (31.5%), 16 (23.4%), 17 (14.3%) y 18 (8.6%). Alrededor de la mitad (47.9%) eran estudiantes de tercer año de secundaria, los otros (52.1%) cursaban alguno de los tres grados de bachillerato (primer grado = 25.1%, segundo = 18.6% y tercero = 8.4%). El 62.8% de los participantes estudiaba en escuelas públicas y el 37.2% en privadas. El 55.0% de los encuestados eran mujeres y el restante hombres (45%).

Instrumento

- Se elaboró como instrumento una encuesta en papel estructurada por indicadores y componentes, los 4 indicadores están relacionados con el objetivo directo del proyecto de investigación y los componentes se incluyeron con el fin de conocer la opinión de los adolescentes en temas afines. Además se incluyeron las características sociodemográficas de la población en las que se explora su "edad", "sexo", "escolaridad de sus padres" y otros componentes tanto de aspectos socioeconómicos como de "capital cultural". El número de preguntas por indicador o componente variaba desde cinco hasta 25 reactivos. (Anexo 6)
- El cuestionario es tipo Likert, en el que el estudiante debe marcar una de las opciones que se le ofrecen en cada pregunta. Las opciones eran:
 1. a) Totalmente en desacuerdo, b) En desacuerdo, c) De acuerdo, d) Totalmente de acuerdo, e) No sé //
 2. a) Nada, b) Poco, c) Mucho, d) Totalmente, e) No sé //
 3. a) Nada interesantes, b) Poco interesantes, c) Muy interesantes, d) No sé //
 4. a) Nunca, b) Casi nunca, c) Una o dos veces al año, d) Una vez al mes, e) Dos o más veces en el mes.

Procedimiento

Cuestionario en papel

- La aplicación del cuestionario respectivo se efectuó en 8 escuelas públicas y privadas de la Ciudad de México, previa aceptación de los directores o responsables académicos. De la misma forma que la aplicación piloto, la aceptación para presentarse en las escuelas públicas fue de inmediato mientras que en las escuelas privadas se hizo necesario dirigir cartas a los directores o concertar entrevistas con las áreas académicas para dar a conocer el contenido del cuestionario. En ambos casos se determinaron los días de acceso, los grupos y el horario de la aplicación.
- La aplicación del cuestionario final se efectuó entre febrero y mayo de 2008 de manera individual, solicitando a los adolescentes su participación en forma voluntaria y anónima.

Cuestionario en versión digital

Con el fin de ampliar la muestra y poder captar más adolescentes de manera libre y tener más puntos de comparación, el cuestionario se puso a la disponibilidad de los interesados en versión digital a través de un vínculo en *Internet*: <http://cexpe.iztacala.unam.mx/encuestas/ciencia.php>

Tratamiento estadístico

- Se determinaron los porcentajes de respuesta de cada uno de los reactivos de los componentes del instrumento utilizado.
- Para la comprobación de las hipótesis específicas que conforman el objeto propio del proyecto de investigación se aplicaron las siguientes pruebas estadísticas:

H1: Correlación de Spearman
 H2: Correlación de Pearson
 H3: Correlación de Pearson
 H4: Correlación de Pearson
 H5. T de Student para dos muestras independientes
 H6. T de Student para dos muestras independientes
 H7. T de Student para dos muestras independientes
 H8. T de Student para dos muestras independientes
 H9. T de Student para dos muestras independientes
 H10. T de Student para dos muestras independientes
 H11. T de Student para dos muestras independientes
 H12. T de Student para dos muestras independientes
 H13. ANOVA
 H14. ANOVA
 H15. ANOVA
 H16. ANOVA

Las correlación de Spearman y de Pearson se eligieron debido a que indican o representan la relación entre dos variables, ahora bien, si esa relación entre las variables existe se puede predecir una a partir de la otra. La prueba T de Student se aplicó con objeto de comparar las medias para los grupos independientes. Y el ANOVA se utilizó para analizar el efecto que tienen dos o más variables.

Resultados

Resultados: Análisis descriptivo por frecuencias (porcentajes)

Los resultados se exponen en dos partes. En la primera se presentan los conocimientos científicos; las actitudes hacia la ciencia y la tecnología; y, los comportamientos y hábitos de los encuestados, los cuales son objeto principal de este estudio. En la segunda parte se presentan los intereses hacia carreras profesionales y científicas, la utilidad del aprendizaje en ciencias y el interés del encuestado por la información científica y los medios de comunicación de la ciencia. La importancia de estos resultados es evidente si se considera la realización de estudios posteriores con mayor profundidad.

Primera parte

Conocimientos científicos

La pregunta 1 se refiere al nivel de acuerdo que expresan los adolescentes sobre conocimientos científicos conformados por 15 reactivos relacionados con temas sobre ciencias naturales, 8 de esos reactivos están redactados a la inversa (ejemplo: los primeros humanos vivieron en la misma época que los dinosaurios), que reflejan concepciones básicas que un adolescente que cursa el tercer grado de secundaria debería tener claramente formadas, con mayor razón si es un estudiante de bachillerato, y aún más si está concluyendo este nivel de estudios.

En los resultados de esta pregunta se destaca que el reactivo más difícil fue: “Las plantas transgénicas tienen genes, las otras no” que obtuvo 48.8% de acierto. Es relevante destacar que la opción de respuesta “No sé” alcanzó en este reactivo su punto más alto con 34.1%, lo que era de esperar, y confirma que la opción “No sé” operó conforme a lo previsible: en preguntas difíciles muchos no saben la respuesta y si se está respondiendo con veracidad se debe optar por expresar “no sé”, y no responder tratando de atinar a la respuesta correcta.

Considerando a “no sé” como valores faltantes dentro de los análisis realizados, se observa que los conocimientos puestos a la consideración de los adolescentes, obtuvieron un promedio de aciertos de 84.7%, es decir, las respuestas fueron apropiadas en términos de su veracidad ante las afirmaciones planteadas. Las tres preguntas que obtuvieron el mayor número de aciertos fueron: “El centro de la Tierra es muy caliente” con 96.0%, “Los continentes sobre los que vivimos han cambiado de posición a través del tiempo y lo seguirán haciendo en el futuro” (93.4%), y “El ADN está presente en la herencia de los organismos vivos” (92.3%).

De los reactivos “La estrella más cercana a nosotros está fuera del sistema solar” (76.4%), “El gen del padre es el que decide si el bebé es niño o niña” (75.4%), y “El sonido viaja más rápido que la luz” (69.9%), se deduce que hubo quienes consideran que el sonido viaja más rápido que la luz, que el gen del padre no es el que decide el sexo del bebé y que la estrella más cercana a nosotros está fuera del sistema solar, es decir, no reconoce con claridad que el Sol es una estrella.

Al comparar los resultados sobre conocimientos entre las versiones en papel y digital, se observa que en la aplicación de papel el promedio de aciertos alcanzó 77.2%, con 9.1% de uso de “No sé”; mientras que en el caso digital el promedio de aciertos resultó 73.2%, y el de “No sé” 8.5%. Los resultados son prácticamente iguales, pero la aplicación y la obtención de datos es mucho más fácil y económica en la versión digital.

Actitudes hacia la ciencia y la tecnología

Las preguntas 2 a la 8 se relacionan con la valoración que los adolescentes dan a las actitudes hacia la ciencia y la tecnología, de manera específica sobre el nivel de acuerdo con distintas afirmaciones tanto positivas como negativas relacionadas con la importancia del conocimiento científico, la investigación científica, la tecnología, el desarrollo tecnológico y la importancia de los científicos y las instituciones que suelen desarrollar sus actividades.

Actitudes hacia la ciencia

Los resultados de la P.2 indican que los adolescentes presentan una valoración positiva hacia la ciencia. Los términos que los adolescentes mayormente asocian con la ciencia son: “Grandes descubrimientos” (86.5%), “El desarrollo de la humanidad” (85.1%), “Mejoramiento en la calidad de vida” (79.6%), “Educación” (79.1%) y “Progreso” (75.3%). Mientras que las menos asociadas fueron: “Eficacia” (69.4%), “Bienestar” (68.5%), “Cultura” (62.5%), y “Riqueza” (45.4%). De la misma forma, en la P.4 las frases que obtuvieron el mayor grado de asociación con la investigación científica fueron: “La búsqueda del conocimiento” (86.3%), “La salud” (83.7%), “Las actividades espaciales” (72.4%); y las de menor relación “La alimentación” (68.7%) y “El desarrollo urbano” (62.9%). En la P.6 se les consultó sobre la relación de la ciencia con diversos aspectos de la vida cotidiana. Sus respuestas demuestran aproximadamente el mismo grado de acuerdo con las afirmaciones positivas y en desacuerdo con las negativas. Por ejemplo, “La ciencia es el mejor recurso de conocimientos sobre el mundo” (82.0%) y “La ciencia con el tiempo permitirá comprender todo lo que ocurre en el mundo” (82.8%); de la misma forma “La ciencia está creando graves problemas para el medio ambiente” (53.8%) y “La ciencia está creando un estilo de vida artificial e inhumano” (52.7%). Es interesante hacer notar que no se presentó una similitud en la valoración de dos reactivos que hablan de la asociación de la

ciencia con “El combate a la superstición” (57.8%) y el grado de acuerdo con que “La ciencia ayuda a combatir la ignorancia y la superstición” (89.6%).

Sobre el análisis de las respuestas que los adolescentes tienen ante las instituciones (P.8), se destaca la importancia que ellos le otorgan a “Las universidades” (93.1%), a “Los hospitales” (92.2%) y luego a “Los institutos públicos de investigación (77.9%) y “Los laboratorios privados de investigación” (71.8%). Los científicos fueron reconocidos con 82.4 por ciento.

Actitudes hacia la tecnología

En la valoración hacia la tecnología (P.3) los términos que los adolescentes asocian en mayor medida son: “Equipo y maquinaria” (89.3%), “Mejoras para la vida cotidiana” (86.2%), “Progreso” (85.7%) “Innovación constante” (85.1%), “La aplicación de la ciencia” (84.0%) y “Productividad y competitividad” (82.8%). Mientras que las menos asociadas son: “Bienestar” (79.7%), “Educación” (72.4%), y “Riqueza” (65.5%). Es interesante hacer notar que los términos negativos “Deshumanización” (37.9%), “Desigualdad” (48.9%) y “Descontrol” (45.9%) alcanzaron porcentajes menores. De la misma forma, la asociación con el desarrollo tecnológico (P.5) muestra que los términos y/o frases mejor posicionadas resultaron “Las telecomunicaciones” (87.0%), “El tratamiento de enfermedades mortales” (74.7%) y “El transporte eficiente” (71.1%); mientras que las calificadas más bajo fueron: “La generación de recursos para educar a la gente” (55.9%) y “La protección del medio ambiente” (48.1%), este último reactivo establece una escasa relación del medio ambiente con el desarrollo tecnológico, principalmente manifestado por los estudiantes de tercero de secundaria.

En referencia a *Internet* (P.9) los resultados indican que este medio ocupa un sitio importante en el imaginario tecnológico de los adolescentes. En la consulta se les pidió dar su opinión, indicando qué tan de acuerdo estaban con una serie de frases, las que obtuvieron mayor valoración consideran que *Internet* “es una herramienta indispensable en la época actual” (85.8%), y que es “una verdadera revolución para la vida cotidiana” (85.2%). En este mismo punto, los adolescentes manifestaron su desacuerdo al considerar que *Internet* sea “un fenómeno de moda” (66.2%) y que este medio sea “una tecnología que aumenta las desigualdades sociales” (51.0%).

Hábitos y comportamientos

La exploración de hábitos de vida resulta muy relevante, en tanto no son opiniones sino acciones cotidianas. Se considera que en éstas se materializan las actitudes, es decir, van más allá de las predisposiciones, en tanto pasan a ser acciones, de aquí su relevancia.

Los adolescentes fueron encuestados sobre lo que suelen hacer en su vida cotidiana en los ámbitos sociales, familiares y escolares (P.15). El “Uso de *Internet* y otras tecnologías de la información y las telecomunicaciones” destacó ampliamente (96%), “Me agrada aprender de los demás” (92.6%) y “Ahorro energía eléctrica en casa” (91.3%), mientras que acciones relacionadas con la ciencia en el que destacan reactivos como: “Participo en proyectos de investigación” (67.1%), “Me gusta construir artefactos” (57.6%), “En mis pláticas con mis amigos hablo de temas de ciencia y tecnología (57.6%) y “Leo historias de científicos (as) famosos (as)” (53.1%) alcanzaron los menores porcentajes; lo que resulta desalentador que conductas favorables a la ciencia sean las menos apreciadas por los adolescentes, lo que nuevamente resalta la discrepancia entre manifestar su aprecio por la ciencia y lo que declaran hacer.

Segunda parte

En esta segunda parte se presentan los resultados de otros aspectos consultados a los estudiantes.

Identificación de personajes

En la P.9 se exploró la identificación de personas célebres y se analizó si los adolescentes identifican la actividad principal de algunos científicos entre otros personajes que tienen mediana o amplia presencia mediática. El personaje mayormente identificado con su actividad resultó ser un afamado deportista (Rafael Márquez), lo identificaron el 92%. En segundo lugar, con una gran distancia al primer caso, se identificó a una importante periodista (Lydia Cacho) con 52%. Después fue identificado Mario Molina con 36%, probablemente no hay un científico mexicano con mayor reputación dado que obtuvo el premio Noble en Química. Siguió Jaime Maussan –periodista- (34.0%); Julieta Fierro –científica- (13.8%); y Francisco Toledo –artista- (13.3%). Es interesante la supuesta identificación de Maussan que alcanzó 32.4% de identificación como científico, tratándose de un periodista de televisión que dirige un programa pseudo-científico promotor de los ovnis. En el caso de Fierro, siendo una de las más reconocidas divulgadoras de ciencia en México, fue equivocadamente identificada como artista (18.0%), 4 puntos porcentuales por arriba de su actividad como científica. Es probable que si se tuviera un parámetro para medir la presencia mediática, se apreciaría que hay una relación directa entre la presencia en los medios y la identificación de los personajes.

Interés en actividades cotidianas

En la P.10 se consultó a los adolescentes sobre sus preferencias y actividades de la vida cotidiana, entre las que destacan las reuniones sociales, las cuales obtienen los niveles más altos de preferencia (97.2%); seguidas por las deportivas (94.1%); las culturales (93.6%); las científicas (90.2%), las que generan ingresos (89.0%) y las políticas (66.5%). Estos datos coinciden con la Encuesta

Nacional de Juventud 2005 (IMJ, 2005), en donde los jóvenes afirman tener muchos amigos y pasar con ellos su tiempo libre más que en actividades deportivas.

Interés en carreras profesionales

En la P.11 se enlistaron 25 opciones de estudios universitarios para que los adolescentes señalaran sus preferencias. Las cinco profesiones que más les gustaría estudiar son, en orden descendente: “Relaciones Internacionales” (71.9%), “Comunicación” (70.1%), “Diseño Gráfico” (69.9%), “Psicología” (67.7%) e “Informática/Computación” (66.2%); mientras que las cinco que menos les gustaría estudiar son: “Odontología” (34.8%), seguida por “Ingeniería” (38.8%), “Física” (39.8%), “Química” (41.7%) y “Contabilidad” (41.8%). Es de destacar que las carreras profesionales que más interesan a los adolescentes son las sociales, y las que suscitan escaso interés son las del ámbito de las ciencias naturales y exactas, lo que es un tanto discordante con las opiniones favorables a la ciencia.

En la P.12 los adolescentes dieron a conocer las razones que pudieran tener para no estudiar alguna carrera científica. Dentro de las razones expuestas, 27.4% expresan que “las clases de materias científicas en la escuela son aburridas” y que “los salarios de los científicos son bajos (24.2%), lo que significa que la mayoría de los estudiantes no señalan razón suficiente para acreditar su desinterés en estudiar alguna carrera científica. Este también es el caso de otras preguntas de opinión en las que se rechaza que “la ciencia tiene una imagen muy negativa en la sociedad (12.8%) o que “la ciencia está pasada de moda” (7.9%), reconociendo con ello la valoración positiva de la ciencia.

Aprendido en ciencias

En la P.13 se consultó a los adolescentes sobre qué tanto han aprendido de ciencias en diversos espacios o medios, tanto escolarizados como de comunicación social o entretenimiento. En la escuela dicen que han aprendido (97.7%); en los museos interactivos de ciencia y tecnología (96.2%); en los libros (92.8%); en *Internet* (87.3%); en revistas y periódicos (85.6%); y en la televisión (83.4%). Llama la atención que *Internet* se encuentra ligeramente mejor posicionado que la televisión como medio de aprendizaje, según lo manifiestan los adolescentes, aunque paradójicamente más adelante señalan que recuerdan más haber visto temas de ciencia en la TV que en *Internet*.

En la P.14 los adolescentes expresaron qué tan útil consideran lo que han aprendido de ciencias. Los reactivos puestos a su consideración fueron: “En el conocimiento de mi cuerpo” (96.8%), “En el cuidado de mi salud” (96.1%), “En mi comprensión del mundo” (95.3%) “En mi formación de opiniones” (92.5%), “En mi interés por sobresalir” (92.1%) y “En mi conducta como consumidor” (88.7%). Es interesante destacar que los aspectos de utilidad de la ciencia en el imaginario de los adolescentes están relacionados con su persona y con su visión del mundo.

Información científica

En la P.17 se les preguntó qué tanto habían leído, escuchado y visto noticias, programas, libros o sitios de información y divulgación científica en el último mes. Sus respuestas fueron las siguientes: “Visto programas de ciencia y tecnología en la televisión” (73.2%), “Utilizado *Internet* para buscar sitios de divulgación científica” (63.8%), “Leído noticias sobre descubrimientos científicos en los periódicos” (61.2%), “Leído una revista de divulgación científica” (55.4%), “Escuchado noticias de interés científico en la radio”, (53.5%) y “Leído un libro de divulgación científica” (41.5%). Dado estos resultados, se aprecia un mediano interés en la información científica y en la lectura ocasional de publicaciones científicas.

En la P. 18 se pidió a los adolescentes indicar el tema y el medio que recuerdan en la última semana sobre alguna noticia científica, las respuestas se inclinaron a considerar que la televisión es el medio más recordado. Los temas que recuerdan más están relacionados con el Medio ambiente (43.5%), Tecnología (37.9%), Salud y alimentación (37.4%), Energía (36.5%), Astronomía y el espacio (35.8%) e Ingeniería (27%). Se observa en estos resultados que *Internet* es el segundo medio más recordado, después de la televisión, mientras que la radio parece quedar fuera de sus preferencias con menos del 10%.

En la P.19 los adolescentes fueron consultados sobre cuáles son las razones que tienen para leer las revistas de divulgación científicas, lo primero que resaltó es que muy pocos conocen las revistas de mayor circulación: 74.0% dijo que no conoce *Conversus*, 51.0% *¿Cómo ves?*, y 50.8% *Ciencia y Desarrollo*. De los que leen revistas señalaron como razón principal: “por entretenerme”. Llama la atención que la razón “por ampliar mis conocimientos” haya sido la selección menos invocada, sin superar el 3% del interés de los adolescentes. De aquí se puede asumir el poco interés que despiertan las revistas de divulgación científica, en contraste con su opinión favorable a la ciencia.

Capital cultural

En el cuestionario también se les consultó a los adolescentes sobre aspectos relacionados con el capital cultural y elementos económicos. De esto se deduce que es un hecho que los dispositivos tecnológicos ya son de uso común entre los adolescentes, ya que al indagarse sobre el equipamiento cultural-tecnológico los adolescentes expresaron tener en casa una o dos computadoras, 67.0%; el 62.1% con reproductor de MP3, 61.7% con conexión a *Internet*, 58.5% tiene más de 50 discos compactos y 46.6% dice poseer de tres a cinco celulares en su hogar.

Visita a recintos culturales

Finalmente, la P.20 está relacionada con la frecuencia de visita a recintos culturales, en este caso los adolescentes manifestaron que acuden en promedio de una o dos veces al año. Los museos más visitados son el de antropología (54.4%), seguido por los de historia natural (53.8), zoológicos (53.5%), planetarios (51.0%), museos o centros interactivos de ciencia y tecnología (50.5%), museos de arte (49.5%), acuarios (47.4%), jardines botánicos (39.7%) y las bibliotecas (32.4%).

Resultados: Pruebas de Hipótesis

H1: A mayor escolaridad, hay mayores conocimientos científicos

En razón al nivel nominal del indicador “conocimientos científicos” se aplicó para la prueba de esta hipótesis el coeficiente de asociación rho de Spearman, bajo el diseño de una sola muestra con el fin de conocer las relaciones entre las variables.

Tabla 1

Correlación de Spearman de la variable “escolaridad del encuestado” con los factores de la dimensión “conocimientos científicos”

	F1 Conocimientos redactados a la inversa n= 1608	F2 Conocimientos redactados correctamente n=1520
Escolaridad del encuestado n=1594	.306(**)	.292(**)

** $p \leq .01$

De la tabla se desprende que la correlación es baja, estadísticamente significativa y confirma la hipótesis.

H2: A mayor escolaridad mejores actitudes (positivas) hacia la ciencia

Para poner a prueba las hipótesis que relacionan la escolaridad con las actitudes hacia la ciencia -hipótesis H2, H3, H4- se utilizó el coeficiente producto-momento de Pearson bajo el diseño correlacional bivariado para relacionar la variable con los factores de cada uno de los indicadores obtenidos.

Tabla 2

Correlación de Pearson de la variable “escolaridad del encuestado” con los factores de la dimensión “actitudes hacia la ciencia”

	F3 Actitud positiva ciencia	F4 Importancia científicos Instituciones	F5 de Asociación a la investigación científica	F6 Actitud negativa a la ciencia
Escolaridad del encuestado n=1594	.260(**)	.066(**)	.288(**)	-.035

** p ≤ .01

Las correlaciones son bajas, directamente proporcionales y significativas. En el caso del factor 6, el dato es congruente con lo esperado, dado que este factor se denomina “actitud negativa hacia la ciencia”, siendo la correlación baja inversamente proporcional, aunque no estadísticamente significativa. Es evidente que la hipótesis se confirma: a mayor escolaridad, mejor actitud hacia la ciencia.

H3: A mayor escolaridad mejores actitudes (positivas) hacia la tecnología

Tabla 3

Correlación de Pearson de la variable “escolaridad del encuestado” con los factores de la dimensión “actitudes hacia la tecnología”

	F7 Asociación positiva a la tecnología	F8 Actitud positiva a la tecnología	F9 Actitud negativa tecnología	F10 Asociación desarrollo tecnológico	F11 Asociación positiva Internet
Escolaridad del encuestado n=1594	.265(**)	.297(**)	-.119(**)	.197(**)	.177(**)

** p ≤ .01

De la misma manera, las correlaciones son bajas, directamente proporcionales y significativas. En el caso del factor 9, es congruente con lo esperado, dado que este factor se denomina “actitud negativa hacia la tecnología”, siendo la correlación baja inversamente proporcional. Por tanto, la hipótesis se confirma: a mayor escolaridad, mejor actitud hacia la tecnología.

H4: A mayor escolaridad mejores hábitos y comportamientos

Tabla 4

Correlación de Pearson de la variable “escolaridad del encuestado” con los factores de la dimensión “hábitos y comportamientos”

	F12 Conductas favorables ciencias	F13 Hábitos personales y de cuidado del Medio Ambiente	F14 Hábitos sociales
Escolaridad del encuestado n=1594	.050(*)	-.008	.146(**)

** p ≤ .01

Las correlaciones son bajas, directamente proporcionales y significativas. El factor 12 tiene una r significativa pero muy baja; en el caso del factor 13, la correlación no es significativa y tampoco es congruente con lo esperado, dado que se

esperaba una mayor correlación entre la escolaridad y los hábitos personales y de cuidado del medio ambiente. En este sentido, sin considerar los factores 12 y 13, la hipótesis se confirma.

H5. Existirán diferencias significativas en los conocimientos científicos entre hombres y mujeres

Para poner a prueba las hipótesis (H5, H6, H7, H8) se aplicó la Prueba t de Student de dos muestras independientes con el objetivo de determinar si hubo diferencias en los factores entre hombres y mujeres.

Tabla 5

Prueba T para dos muestras independientes

Factores	Media por sexo		t	p
	Mujeres	Hombres		
F1 Conocimientos redactados a la inversa	5.6663	5.9239	-2.832	.005
F2 Conocimientos redactados correctamente	5.837	5.9315	-1.231	.218

Existen Diferencias en los conocimientos redactados a la inversa (RI) entre hombre y mujeres.

H6. Existirán diferencias significativas en las actitudes hacia la ciencia entre hombres y mujeres

Tabla 6

Prueba T para dos muestras independientes

Factores	Media por sexo		t	p
	Mujeres	Hombres		
F3 Actitud positiva ciencia	3.0197	3.0779	-2.271	.023
F4 Importancia de científicos e instituciones	3.2412	3.2881	-1.677	.094
F5 Asociación a la investigación científica	3.1239	3.1381	-.524	.600
F6 Actitud negativa ciencia	2.6476	2.5838	1.819	.069

Existen diferencias en la actitud positiva hacia la ciencia entre hombres y mujeres, sólo en el caso del factor 3, y no en los demás.

H7. Existirán diferencias significativas en las actitudes hacia la tecnología entre hombres y mujeres

Tabla 7

Prueba T para dos muestras independientes

Factores	Media por sexo		t	p
	Mujeres	Hombres		
F7 Asociación positiva a la tecnología	3.2984	3.3423	-1.608	.108
F8 Actitud positiva tecnología	3.0328	3.0671	1.205	.228
F9 Actitud negativa tecnología	2.7148	2.7338	-.523	.601
F10 Asociación al desarrollo tecnológico	2.6978	2.8247	-3.657	.000
F11 Asociación positiva Internet	2.8761	2.9683	-4.262	.000

Existen diferencias en la asociación al desarrollo tecnológico y la actitud positiva hacia *Internet* entre hombres y mujeres, sólo en los casos de los factores 10 y 11; en los demás no.

H8. Existirán diferencias significativas en los hábitos y comportamientos entre hombres y mujeres

Tabla 8

Prueba T para dos muestras independientes

Factores	Media por sexo		t	p
	Mujeres	Hombres		
F12 Conductas favorables a la ciencia	1.8848	2.1397	- 10.950	.000
F13 Hábitos personales y de cuidado del medio ambiente	2.3049	2.2461	2.905	.004
F14 Hábitos sociales	2.5267	2.4585	3.312	.001

Existen diferencias en las conductas favorables a la ciencia, los hábitos personales y los hábitos de socialización entre hombres y mujeres.

H9. Existirán diferencias significativas en los conocimientos científicos entre escuelas públicas y privadas

Para la confirmación de las hipótesis (H9, H10, H11, H12) se aplicó la Prueba t de Student de dos muestras independientes, con el objetivo de discriminar los puntajes de los factores entre escuelas públicas y privadas.

Tabla 9

Prueba T para dos muestras independientes

Factores	Media por tipo de escuela		t	p
	Escuela pública	Escuela privada		
F1 Conocimientos redactados a la inversa	5.5407	6.1681	-6.859	.000
F2 Conocimientos redactados correctamente	5.7128	6.1849	-7.913	.000

Existen diferencias en los conocimientos científicos redactados inversa y correctamente entre escuelas públicas y privadas

H10. Existirán diferencias significativas en las actitudes hacia la ciencia entre escuelas públicas y privadas

Tabla 10

Prueba T para dos muestras independientes

Factores	Medias de tipo de escuela		t	p
	Escuela pública	Escuela privada		
F3 Actitud positiva ciencia	2.9974	3.1114	-4.377	.000
F4 Importancia de los Científicos e instituciones	3.2448	3.2879	-1.473	.141
F5 Asociación a la Investigación científica	3.0501	3.2402	-7.091	.000
F6 Actitud negativa ciencia	2.6718	2.5285	3.969	.000

Existen diferencias en las actitudes hacia la ciencia entre las escuelas públicas y privadas, particularmente entre la actitud positiva hacia la ciencia, la asociación a la investigación científica y la actitud negativa hacia la ciencia.

H11. Existirán diferencias significativas en las actitudes hacia la tecnología entre escuelas públicas y privadas

Tabla 11

Prueba T para dos muestras independientes

Factores	Medias por tipo de escuela		t	p
	Escuela pública	Escuela privada		
F7 Asociación positiva a la tecnología	3.2333	3.4377	-7.666	.000
F8 Actitud positiva a la tecnología	2.9538	3.1902	-8.370	.000
F9 Actitud negativa tecnología	2.7675	2.6505	3.090	.002
F10 Asociación desarrollo tecnológico	2.6698	2.8858	-6.093	.000
F11 Actitud positiva <i>Internet</i>	2.8629	3.0151	-6.918	.000

Existen diferencias en las actitudes hacia la tecnología entre las escuelas públicas y privadas.

H12. Existirán diferencias significativas en los hábitos y comportamientos entre escuelas públicas y privadas

Tabla 12

Prueba T para dos muestras independientes

Factores	Media por tipo de escuela		t	p
	Escuela pública	Escuela privada		
F12 Conductas favorables a la ciencias	2.0181	1.9586	2.384	.017
F13 Hábitos personales y de cuidado del medio ambiente	2.3124	2.2235	4.308	.000
F14 Hábitos sociales	2.4682	2.5376	-3.317	.001

Existen diferencias en los hábitos y comportamientos entre las escuelas públicas y privadas.

H13. Existirán diferencias significativas en los conocimientos científicos entre estudiantes de secundaria y preparatoria

Para la confirmación de las hipótesis (H13, H14, H15, H16) se aplicó la Prueba ANOVA (análisis de varianza), dado que la variable dependiente presenta el nivel de medición intervalar, bajo un diseño de cuatro muestras independientes. Con el objetivo de comparar las mediciones entre los grupos se aplicó una prueba post hoc tipo Scheffé.

Tabla 13

Análisis de varianza simple para N desiguales y prueba de Scheffé para los conocimientos redactados a la inversa (RI)

Factor 1	Escolaridad				F	p
	Secundaria tercero	Preparatoria primero	Preparatoria Segundo	Preparatoria tercero		
Conocimientos redactados a la inversa		-.97922*	-1.29553*	-1.07713*	57.027	0.00
	.97922*		-.31631	-.09791		
	1.29553*	.31631		.21840		
	1.07713*	.09791	-.21840			

*p ≤ 0.05

En los casos *p ≤ 0.05 se determina que existen diferencias significativas entre los estudiantes de secundaria y preparatoria, particularmente la mayor diferencias se da entre los estudiantes de secundaria tercero y preparatoria segundo.

Tabla 14

Análisis de varianza simple para N desiguales y prueba de Scheffé para los conocimientos redactados correctamente (RC)

Factor 2	Escolaridad				F	p
	Secundaria tercero	Preparatoria primero	Preparatoria Segundo	Preparatoria tercero		
Conocimientos redactados correctamente		-.77839*	-.74376*	-.89600*	56.986	.000
	.77839*		.03462	-.11761		
	.74376*	-.03462		-.15223		
	.89600*	.11761	.15223			

*p ≤ 0.05

En los casos *p ≤ 0.05 se determina que existen diferencias significativas entre los estudiantes de secundaria y preparatoria, particularmente las diferencias mayores se dan entre los estudiantes de secundaria tercero y preparatoria tercero.

H14. Existirán diferencias significativas en las actitudes hacia la ciencia entre estudiantes de secundaria y preparatoria

Tabla 15

Análisis de varianza simple para N desiguales y prueba de Scheffé para la actitud positiva hacia la ciencia

Factor 3	Escolaridad				F	p
	Secundaria tercero	Preparatoria primero	Preparatoria segundo	Preparatoria tercero		
Actitud positiva hacia la ciencia		-.18551	-.30424*	-.28292*	36.544	.000
	.18551*		-.11874*	-.09742		
	.30424*	.11874*		.02132		

.28292* .09742 -.02132

*p ≤ 0.05

En los casos $*p \leq 0.05$ se determina que existen diferencias significativas entre los estudiantes de secundaria y preparatoria, particularmente las diferencias mayores se dan entre los estudiantes de secundaria tercero y preparatoria segundo.

Tabla 16

Análisis de varianza simple para N desiguales y prueba de Scheffé para la importancia de científicos e instituciones

Escolaridad						
Factor 4	Secundaria tercero	Preparatoria primero	Preparatoria segundo	Preparatoria tercero	F	p
Importancia de científicos e instituciones		-.08896	-.07827	-.10286	3.357	.018
	.08896		.01070	-.01390		
	.07827	-.01070		-.02460		
	.10286	.01390	.02460			

*p ≤ 0.05

En los casos $*p \leq 0.05$ se determina que existen diferencias significativas entre los estudiantes de secundaria y preparatoria, particularmente las diferencias mayores se dan entre los estudiantes de secundaria tercero y preparatoria tercero. En este caso, los estudiantes de secundaria tercero le otorgaron mayor importancia a los científicos.

Tabla 17

Análisis de varianza simple para N desiguales y prueba de Scheffé para la asociación con la investigación científica

Escolaridad						
Factor 5	Secundaria tercero	Preparatoria primero	Preparatoria segundo	Preparatoria tercero	F	p
Asociación con la investigación científica		-.24328*	-.34750*	-.41914*	52.460	.000
	.24328*		-.10422	-.17586*		
	.34750*	.10422		-.07164		
	.41914*	.17586*	.07164			

*p ≤ 0.05

En los casos $*p \leq 0.05$ se determina que existen diferencias significativas entre los estudiantes de secundaria y preparatoria, particularmente las diferencias mayores se dan entre los estudiantes de secundaria tercero y preparatoria tercero.

Tabla 18

Análisis de varianza simple para N desiguales y prueba de Scheffé para la actitud negativa hacia la ciencia

Escolaridad						
-------------	--	--	--	--	--	--

Factor 6	Secundaria tercero	Preparatoria primero	Preparatoria segundo	Preparatoria tercero	F	p
Actitud negativa hacia la ciencia		-.00510	.05984	.06448	.885	.448
	.00510		.06494	.06958		
	-.05984	-.06494		.00463		
	-.06448	-.06958	-.00463			

*p ≤ 0.05

Dado que no se presentó la condición $*p \leq 0.05$ se determina que no existen diferencias significativas entre los estudiantes de secundaria y preparatoria.

H15. Existirán diferencias significativas en las actitudes hacia la tecnología entre estudiantes de secundaria y preparatoria

Tabla 19

Análisis de varianza simple para N desiguales y prueba de Scheffé para la asociación con la tecnología

Escolaridad						
Factor 7	Secundaria tercero	Preparatoria primero	Preparatoria segundo	Preparatoria tercero	F	p
Asociación con la tecnología		-.25554*	-.32641*	-.37709*	45.202	.000
	.25554*		-.07087	-.12155		
	.32641*	.07087		-.05068		
	.37709*	.12155	.05068			

*p ≤ 0.05

En los casos $*p \leq 0.05$ se determina que existen diferencias significativas entre los estudiantes de secundaria y preparatoria, particularmente las diferencias mayores se dan entre los estudiantes de secundaria tercero y preparatoria tercero.

Tabla 20

Análisis de varianza simple para N desiguales y prueba de Scheffé para la actitud positiva hacia la tecnología

Escolaridad						
Factor 8	Secundaria tercero	Preparatoria primero	Preparatoria segundo	Preparatoria tercero	F	p
Actitud positiva hacia la tecnología		-.24701*	-.33451*	-.50217	54.321*	.000
	.24701*		-.08751	-.25516*		
	.33451*	.08751		-.16766*		
	.50217*	.25516*	.16766			

*p ≤ 0.05

En los casos $*p \leq 0.05$ se determina que existen diferencias significativas entre los estudiantes de secundaria y preparatoria, particularmente las diferencias mayores se dan entre los estudiantes de secundaria tercero y preparatoria tercero.

Tabla 21

Análisis de varianza simple para N desiguales y prueba de Scheffé para la actitud negativa hacia la tecnología

Escolaridad						
Factor 9	Secundaria tercero	Preparatoria primero	Preparatoria segundo	Preparatoria tercero	F	p
Actitud negativa hacia la tecnología		.14079*	.10933	.31771*	9.248	.000
	-.14079*		-.03145	.17693		
	-.10933	.03145		.20838*		
	-.31771*	-.17693	-.20838*			

*p ≤ 0.05

En los casos *p ≤ 0.05 se determina que existen diferencias significativas entre los estudiantes de secundaria y preparatoria, particularmente las diferencias mayores se dan entre los estudiantes de secundaria tercero y preparatoria tercero.

Tabla 22

Análisis de varianza simple para N desiguales y prueba de Scheffé para la asociación con el desarrollo tecnológico

Escolaridad						
Factor 10	Secundaria tercero	Preparatoria primero	Preparatoria segundo	Preparatoria tercero	F	p
Asociación con el desarrollo tecnológico		-.24664*	-.27437*	-.41670*	25.466	.000
	.24664*		-.02773	-.17005		
	.27437*	.02773		-.14232		
	.41670*	.17005	.14232			

*p ≤ 0.05

En los casos *p ≤ 0.05 se determina que existen diferencias significativas entre los estudiantes de secundaria y preparatoria, particularmente las diferencias mayores se dan entre los estudiantes de secundaria tercero y preparatoria tercero.

Tabla 23

Análisis de varianza simple para N desiguales y prueba de Scheffé para la actitud positiva hacia Internet

Escolaridad						
Factor 11	Secundaria tercero	Preparatoria primero	Preparatoria segundo	Preparatoria tercero	F	p
Actitud positiva hacia Internet		-.12771*	-.16189*	-.22561*	19.510	.000
	.12771*		-.03419	-.09790		
	.16189*	.03419		-.06372		
	.22561*	.09790	.06372			

*p ≤ 0.05

En los casos *p ≤ 0.05 se determina que existen diferencias significativas entre los estudiantes de secundaria y preparatoria, particularmente las diferencias mayores se dan entre los estudiantes de secundaria tercero y preparatoria tercero.

H16. Existirán diferencias significativas en los hábitos y comportamientos entre estudiantes de secundaria y preparatoria

Tabla 24

Análisis de varianza simple para N desiguales y prueba de Scheffé para conductas favorables a la ciencia

Factor 12	Escolaridad				F	p
	Secundaria tercero	Preparatoria primero	Preparatoria segundo	Preparatoria tercero		
Conductas favorables a la ciencia		.00775	-.09667*	-.02102	3.585	.013
	.00775		-.10441*	-.02876		
	.09667	.10441*		.07565		
	.02102	.02876	-.07565			

* $p \leq 0.05$

En los casos $*p \leq 0.05$ se determina que existen diferencias significativas entre los estudiantes de secundaria y preparatoria. Se presentaron ligeras diferencias entre los estudiantes de secundaria tercero y los de preparatoria segundo; y los estudiantes de preparatoria primero y preparatoria segundo.

Tabla 25

Análisis de varianza simple para N desiguales y prueba de Scheffé para hábitos personales y de cuidado del medio ambiente

Factor 13	Escolaridad				F	p
	Secundaria tercero	Preparatoria primero	Preparatoria segundo	Preparatoria tercero		
Hábitos personales y de cuidado del medio ambiente		.01144	.01085	.00269	.097	.962
	-.01144		-.00059	-.00875		
	-.01085	.00059		-.00816		
	-.00269	.00875	.00816			

* $p \leq 0.05$

Dado que no se presentó la condición $*p \leq 0.05$ se determina que no existen diferencias significativas entre los estudiantes de secundaria y preparatoria.

Tabla 26

Análisis de varianza simple para N desiguales y prueba de Scheffé para hábitos sociales

Factor 14	Escolaridad				F	p
	Secundaria tercero	Preparatoria primero	Preparatoria segundo	Preparatoria tercero		
Hábitos sociales		-.09095*	-.12856*	-.17306*	12.766	.000

.09095*		-.03761	-.08211
.12856*	.03761		-.04450
.17306*	.08211	.04450	

*p ≤ 0.05

En los casos *p ≤ 0.05 se determina que existen diferencias significativas entre los estudiantes de secundaria y preparatoria, particularmente las diferencias mayores se dan entre los estudiantes de secundaria tercero y preparatoria tercero.

Consideraciones

Es de resaltar que el porcentaje de encuestados que estudia en escuelas públicas está por debajo de la media nacional (85.4%) y los que estudian en escuelas privadas está por arriba de la misma (17.6%), por lo que la muestra no es representativa, dado que no se cumplió tampoco la condición de selección al azar, pero sí es indicativa. De la misma forma, la escolaridad promedio de los padres de los estudiantes encuestados en esta muestra (12.2 años) resultó por arriba de la media nacional (8.6 años) y de la escolaridad promedio de la población adulta reportada en 2006 por el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) para el Distrito Federal que es de 10.5, equivalente a un año de educación media superior, siendo la más alta del país.

La muestra presenta una condición socio-económica importante, ya que los estudiantes manifiestan tener en sus hogares: televisión (99%), teléfono celular (95%), baño con regadera (94.4%), microondas (90.3%), computadora (87%), reproductor de MP3 (86%), automóvil (82%), video casetera (79%), televisión por cable (64.5%), conexión a *Internet* en casa (62%), entre otros bienes explorados, lo que permite apreciar que la población encuestada no expresa tener condiciones socioeconómicas restringidas, y se aprecia que se trata de un sector de la población que está por arriba de la media nacional.

Por tanto, los que participaron en el estudio gozan de una posición sociocultural y económica superior a la media nacional, y por lo tanto los resultados son indicativos de este segmento social. Si se aprecia dentro de la muestra que al variar los factores socioculturales y económicos varían correspondientemente los valores de las variables dependientes (conocimientos y actitudes), entonces se puede suponer que quienes tienen condiciones de pobreza obtendrían puntajes diferenciados, muy probablemente más bajos, como se ha demostrado en otros estudios (Tirado, 2004).

Lo anterior se ratifica con los datos obtenidos. Una de las preguntas indicativas de capital cultural, explora cuántos libros se estima que se tienen en casa: 18% manifestó no tener más de 10 libros, 33% indicó entre once y cincuenta volúmenes, y el 49% expresó tener más de cincuenta libros en casa. Se encontró que existe una relación entre este indicador de capital cultural y el porcentaje de aciertos obtenidos en los conocimientos científicos explorados, ya que los que dicen poseer no más de 10 libros respondieron acertadamente sólo el 16.1%; los

que poseen entre once y cincuenta, obtuvieron 30.5% de aciertos; y los que expresaron tener más de 50 libros, logra 53.1%.

Un elemento más de consistencia se aprecia en el número de libros y la escolaridad de los padres (padre y madre) de los encuestados. Los padres con primaria poseen en promedio menos libros (9.3%) que los de secundaria (19.4%), éstos menos que los de preparatoria (28.3%) y finalmente los que cuentan con educación superior (43.0%) son los que poseen más libros; lo cual otorga confiabilidad al estudio por la congruencia que hay entre las respuestas de los jóvenes y lo esperado.

Del cuestionario en versión digital se obtuvieron los siguientes datos: fue contestado por 917 adolescentes, cuyas edades fueron: 14 años (13.2%), 15 (25.8%), 16 (22.6%), 17 (21.4%) y 18 (13.2%) y No identificado (3.8%). El 29.2% eran estudiantes de tercer año de secundaria y 69.5% cursaban alguno de los tres grados de bachillerato (primer grado = 23.8%, segundo = 24.5%, tercero = 21.2%) No identificado (1.3%). El 5.2% de los participantes estudiaba en escuelas públicas y el 94.8% en privadas. El 46.6% de los encuestados eran mujeres y 53.4% hombres. La escolaridad de los padres de los estudiantes encuestados era del nivel superior en el 46.4%, y para el caso de la madre 42.4%.

La muestra que respondió en el sitio WEB no es equivalente a la que contestó la versión en lápiz y papel, ya que se trata prácticamente de estudiantes del sector privado, sin embargo esto no invalida las comparaciones, dado que pueden generar tendencias y contrastes que resultan indicativas al tener en cuenta los elementos de sesgo, y de este modo, considerando los valores relativos se pueden formular supuestos explicativos, apreciando si hay congruencia y consistencia en la varianza de los datos observados. Posteriormente, esos supuestos pueden ponerse a prueba al ser replicados en otros estudios con muestras representativas que permitan confirmar o refutar las hipótesis generadas.

Discusión y comentarios

En relación con el análisis descriptivo es importante destacar que los conocimientos científicos redactados de forma inversa –es decir aquellos que se presentaron contrarios a una respuesta afirmativa- (ejemplo: la estrella más cercana a nosotros está fuera del sistema solar) causan una mayor dificultad en la comprensión de los adolescentes; las actitudes hacia la ciencia y la tecnología son positivas; y los hábitos y comportamientos más valorados por los adolescentes son los sociales en comparación con los relacionados con la ciencia o los llamados personales y de cuidado al medio ambiente.

Sobre los conocimientos redactados en forma inversa, se observa que éstos tuvieron mayor dificultad para los estudiantes que los se escribieron en forma positiva, de aquí que resulte más fácil concebir una idea bajo un planteamiento afirmativo que en uno negativo, y aún más complejo si la respuesta

correcta también es negativa, por ejemplo: “La emisión de gases de los escapes de los automóviles no tiene nada que ver con la lluvia ácida” (respuesta correcta: “Totalmente en desacuerdo”).

La mayoría de los estudiantes respondieron incorrectamente la pregunta: “las plantas transgénicas tienen genes, las otras no”, lo cual nos induce a considerar que conceptos de vanguardia no son del todo conocidos por los estudiantes y por lo tanto tendrán dificultades en el razonamiento conceptual. Por lo que uno se pregunta: ¿Cómo podrán tomar posición ante los debates sobre alimentos transgénicos si no comprenden de qué se trata?

El uso del “No sé” fue altamente significativo, ya que en todos los reactivos sobre conocimientos fue donde más se utilizó, y no así en todos los reactivos de opinión, como era de esperarse. El “No sé” se presentó con mayor frecuencia en las preguntas que resultaron más difíciles, las menos sabidas, lo cual acentúa la confianza de que el cuestionario se contestó con responsabilidad, ya que muchos estudiantes dieron indicios de que en lugar de tratar de acertar, optaron por manifestar que desconocían cuál era la opción correcta, lo cual resulta sumamente relevante para el valor indicativo del estudio al evitar aciertos al azar (Tirado y Backhoff, 1999).

Se ha observado que los adolescentes valoran positivamente a la ciencia, lo que se reafirma por los aceptables porcentajes alcanzados en la gran mayoría de los reactivos. La proporción que identifica positivamente a la ciencia son mayores que los que manifiestan la percepción de riesgo. Este punto es enteramente interesante, debido a que se supone que quienes observan riesgos en el desarrollo científico pueden ser los que tienen una idea más precisa de su proceso, comprobando de esta manera que los avances de la ciencia son reconocidos en el ámbito de la vida diaria.

El aspecto negativo de la ciencia se identificó con que “la ciencia está creando un estilo de vida artificial e inhumano”. Este punto pudiera estar relacionado con la amenaza a la calidad de vida que representan factores como el calentamiento global, las guerras que países con altos desarrollos científicos y tecnológicos han propiciado para aprovecharse de los recursos naturales y económicos de otros de menor desarrollo, e incluso los riesgos inherentes a la salud y la escasez de alimentos. Es importante hacer notar que la frase utilizada en este reactivo presenta cierta apreciación en considerar que lo artificial es inhumano. Lo artificial, al contrario de lo natural, es lo que ha creado, desarrollado o inventado el ser humano, por lo que en un estricto sentido semántico aquí se está afirmando que lo artificial, lo creado por el ser humano, es inapropiado. La idea actual de que los alimentos “orgánicos” son mejores refleja esta concepción.

No obstante lo anterior, en el estudio se observa que en la exploración de opiniones y actitudes se opta por una posición muy favorable a la ciencia, se dice tener gran afinidad, sin embargo en otras preguntas se aprecia que no hay tal

interés por la ciencia. Es común apreciar que en los reactivos de actitudes las personas son proclives a expresar lo que debería ser y no manifiestan sus verdaderas preferencias (Guevara y Tirado, 2006) Por ello se considera que la metodología para explorar actitudes debería hacerse de manera indirecta, de tal modo que no se sienta incómodo el entrevistado al opinar de manera contraria a lo que socialmente es bien visto. Por ejemplo, en lugar de preguntar si la investigación científica es importante y nos conteste “Totalmente de acuerdo”, se podría preguntar, qué porcentaje del presupuesto le otorgarías a: desarrollo deportivo, salud, cultura, investigación científica, educación. Se considera que la determinación de las actitudes a través de reactivos relativos al financiamiento de la ciencia es una estrategia innovadora digna de tomarse en cuenta.

Cuando se pregunta sobre tecnología, las respuestas llevan a matizar el optimismo. Frente al desarrollo tecnológico se pone énfasis en la relación con las telecomunicaciones y la salud, que genera posiciones ambivalentes. Sin embargo, a los adolescentes no les queda claro cómo se relaciona el desarrollo tecnológico con la generación de recursos para educar a la gente. Es importante reconocer que los adolescentes no identificaron mayoritariamente a la tecnología con términos negativos como deshumanización, desigualdad y descontrol. Aunque tampoco se percibe la forma de como el desarrollo tecnológico protege al medio ambiente.

De la misma forma, *Internet* está posicionado fuertemente en las preferencias de los adolescentes lo que permite augurar que su interés por temáticas tecnológicas se incrementará sustancialmente debido al impacto y contacto que tienen con un variado número de elementos tecnológicos, que abren enormes posibilidades para potenciar los esfuerzos de la divulgación y la cultura científica.

Ciertamente, los estudiantes valoran a la ciencia y la tecnología, aunque están poco informados e interesados en los temas científicos y tecnológicos; sólo existe en ellos un cierto grado de interés en temas relacionados con la salud, aunque expresan que aprecian mucho la ciencia. Existe entonces una tarea por indagar más sobre las motivaciones y el desarrollo de intereses que puedan tener los adolescentes alrededor de la ciencia y la tecnología.

En algunas respuestas de los adolescentes se denota una visión relativa a la “cientificidad” de la medicina o a considerar los temas referentes a la salud como los más significativos de la ciencia, lo que se refuerza al reconocer como instituciones importantes a los hospitales. Queda pendiente, entonces, conocer en qué consiste la idea que tienen los jóvenes del investigador científico.

En cuanto a los hábitos y comportamientos los adolescentes no están del todo habituados a realizar cotidianamente aquellos relacionados con la ciencia o su interés en ella, pero sí con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, siendo poco atractivo para ellos hablar de temas científicos con sus amigos y leer historias de científicos, lo que manifiesta la discrepancia entre

manifestar su aprecio por la ciencia y lo que declaran hacer diariamente. En algunas de las situaciones cotidianas que suelen realizar los adolescentes, como hacer caso a las recomendaciones de los médicos al seguir la dieta, se detecta cierta tendenciosidad en las respuestas, dándole un carácter favorable a las mismas.

En este trabajo se destaca también la existencia de diferencias significativas entre hombres y mujeres, entre escuelas públicas y privadas y entre los estudiantes de secundaria y preparatoria en relación a los conocimientos, las actitudes hacia la ciencia y la tecnología y los hábitos y comportamientos. Estas diferencias se deben interpretar como tendencias, pues la muestra no permite extraer conclusiones definitivas. Empero, y dado que la población encuestada resultó ser de un sector que está por arriba de la media nacional, se supone que quienes tienen condiciones de pobreza obtendrían puntajes diferenciados, probablemente más bajos, como se ha demostrado en otros estudios (Tirado, 2004). Esto, como se ha visto, se ratifica con los resultados que se obtuvieron en la exploración de los libros que se estima se tienen en casa, encontrándose una relación entre este indicador de capital cultural y los conocimientos explorados, ya que los que respondieron tener más libros alcanzaron mayores porcentajes de aciertos que los que expresaron tener menos libros. Estas diferencias, por tanto pueden explicarse a partir de las condiciones socioeconómicas de la población, entre otros factores.

De la misma forma, se destaca que la influencia de la escolaridad es importante para entender los niveles crecientes de un mayor conocimiento científico, una mejor actitud hacia la ciencia y la tecnología y para contar con mejores hábitos y comportamientos hacia la ciencia u otros aspectos sociales. En el estudio, las correlaciones al respecto resultaron bajas, directamente proporcionales y estadísticamente significativas. Sin embargo, un elemento de consistencia sobre esto, se puede apreciar en el número de libros que los adolescentes dijeron tener en casa y la escolaridad de los padres (padre y madre) de los encuestados. Los padres con primaria poseen menos libros que los con secundaria, éstos menos que los de preparatoria, y finalmente los que cuentan con más libros son los padres con educación superior de nuevo.

Dados los resultados anteriores, se puede manifestar que las hipótesis del estudio se responden de manera afirmativa, debido a que los conocimientos científicos, las actitudes hacia la ciencia y la tecnología y los hábitos y comportamientos se corresponden entre sí, y que las diferencias mayores se encontraron en la mayoría de los casos entre los estudiantes de tercero de secundaria y tercero de preparatoria.

Se reconoce además que existen algunos aspectos en los que las correlaciones resultaron muy bajas, algunas negativas y otras incongruentes con lo esperado, como es el caso de la hipótesis 4: A mayor escolaridad mejores hábitos y comportamientos, en la cual se esperaba una mayor correlación entre la escolaridad y las conductas favorables a la ciencia y la escolaridad y los hábitos

personales y de cuidado del medio ambiente. En la hipótesis 6: Existirán diferencias significativas en las actitudes hacia la ciencia entre hombre y mujeres, no se encontraron diferencias en los factores Importancia de los científicos y las instituciones, Asociación con la investigación científica y Actitud negativa hacia la ciencia. En la hipótesis 7: Existirán diferencias significativas en las actitudes hacia la tecnología entre hombres y mujeres, tampoco se encontraron diferencias en los factores Asociación positiva hacia la tecnología, Actitud positiva hacia la tecnología y Actitud negativa hacia la tecnología. En la hipótesis 10: Existirán diferencias significativas en las actitudes hacia la ciencia entre escuelas públicas y privadas, no se encontraron diferencias en el factor Actitud positiva hacia la ciencia. En la hipótesis 14: Existirán diferencias significativas en las actitudes hacia la ciencia entre estudiantes de secundaria y preparatoria, no se encontraron diferencias en el Factor 6 Actitud negativa hacia la ciencia. Y en la hipótesis 16: Existirán diferencias significativas en los hábitos y comportamientos entre estudiantes de secundaria y preparatoria, no se encontraron diferencias en el Factor 13 Hábitos personales y del cuidado del medio ambiente.

Se ha explorado por tanto la percepción de los adolescentes no sólo para conocer las actitudes y valores personales hacia la ciencia y la tecnología, las cuales son esencialmente estables en la adolescencia (Vásquez y Manassero, 2004), sino para encontrar elementos que permitan mejorar su acercamiento a la ciencia en los ámbitos escolares y extraescolares, dado que los adolescentes, particularmente aquellos vinculados a la enseñanza formal y que cuentan con una ambiente familiar aceptable, suelen estar más predispuestos a apoyar cualquier acción formativa (Pérez, 2005), siendo enteramente difícil modificar los posicionamientos de un adulto respecto de un determinado tema de ciencia o tecnología.

Por todo lo anterior se abre una nueva opción de investigación para profundizar aún más en el estudio de la relación escolaridad- conductas favorables a la ciencia, escolaridad-hábitos personales y de cuidado del medio ambiente; y sobre todo, en el análisis de las actitudes de los adolescentes respecto a los riesgos de la ciencia y en el cuidado del medio ambiente; y a la vez en los aspectos motivadores a favor de la ciencia y de reconocimiento de los científicos y las instituciones de investigación científica y desarrollo tecnológico.

V. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Los resultados encontrados en este estudio de Percepción Social de la Ciencia (PSP) permiten apreciar un relativo y parcial avance educativo y de apropiación de los conocimientos científicos y tecnológicos básicos de los adolescentes mexicanos, para mejorar esto se requieren esfuerzos presentes y

futuros que permitan innovar y trabajar con creatividad dentro y fuera del sistema educativo para superar las limitaciones observadas. Llama la atención por tanto el déficit de “cultura científica” de los adolescentes si se considera su escaso conocimiento sobre los científicos y los débiles hábitos asociados a la ciencia.

Los adolescentes manifiestan, dentro de la comprensión del fenómeno de la cultura científica, un conocimiento o visión deficitaria, como consecuencia del tradicional modelo de déficit cognitivo y de una irregular forma de aculturización científica. López Cerezo y Cámara (2004, p. 54) apuntan que “la promoción de cultura científica es un proceso activo de carácter bidireccional donde la confianza y las actitudes tienen un papel tan decisivo como la captación cognitiva, a su vez la asimilación del conocimiento por parte del individuo no es una mera recepción sumativa, sino que implica la integración de un marco cognitivo previo que se traduzca en una cultura significativamente asimilada por la propia experiencia personal”.

De conformidad con los resultados de la confirmación de las hipótesis, se observa que entre los factores que pueden influir en la percepción de los adolescentes, está de manera significativa el nivel de escolaridad que contribuye a desarrollar opiniones y actitudes positivas en los adolescentes. Sobre esto, PISA (2006) afirmó que en México, en cuanto a modalidades educativas, las de educación media superior obtuvieron mejores resultados que las de secundaria; como en evaluaciones anteriores, los resultados más bajos se encontraron en las tele-secundarias. Esto convalida las posibilidades educativas que se derivan del estudio e invita a realizar futuras investigaciones sobre el tema.

Los resultados del estudio muestran por tanto que existe una asociación entre la escolaridad, el interés por la ciencia, la apreciación de su utilidad práctica y los usos manifestados de la ciencia y la tecnología en situaciones diversas de la vida cotidiana. Es indudable que la cultura científica no sólo se expresa en el conocimiento asimilado acerca del ADN o del cambio climático o de la capacidad reproductora en la adolescencia, sino también en la formación de opiniones mejor fundamentadas acerca de los temas más diversos, incluyendo los riesgos o peligros asociados a la ciencia, así como en la práctica diaria de los ciudadanos que deben tomar decisiones y modular su conducta sobre una diversidad de elementos de juicio. Con todo, la dividida respuesta a los reactivos “las plantas transgénicas tienen genes, las otras no” y “la estrella más cercana a nosotros está fuera del sistema solar”; o bien las apenas superables asociaciones de la ciencia con el término “cultura” y la “...creación de un estilo de vida artificial e inhumano” o la poca valoración que los adolescentes le dieron a la tecnología en relación a “la generación de recursos para educar a la gente” o “la protección del medio ambiente” pone de manifiesto la complejidad en la que se desenvuelve la cultura científica en México.

En general los resultados de este estudio reflejan que para los adolescentes de la Ciudad de México:

- La ciencia está asociada a “los grandes descubrimientos”, “el desarrollo de la Humanidad” y “el progreso”, pero no se encuentra del todo relacionada con “el combate a la superstición” y “la riqueza”. Esto concuerda con lo expresado por Ochaíta y Espinosa (2004, p.173) en el sentido de que los españoles asocian la ciencia y la tecnología en mayor medida con “progreso”.
- La investigación científica está asociada con “búsqueda del conocimiento” y “la salud” y en menor proporción al “desarrollo urbano”. La asociación con la salud concuerda con la imagen favorable que se trasmite desde los medios de comunicación con determinados estudios científicos, profesionistas médicos y hospitales.
- La tecnología está asociada al “equipo y maquinaria” y a “las mejoras en la vida cotidiana”, mientras que el desarrollo tecnológico a “las telecomunicaciones” y poco a “la protección del medio ambiente”.
- Algunos datos optimistas sobre la valoración de la ciencia se reflejan en el reconocimiento de la importancia de las universidades, los hospitales y los científicos, pero parece contradecir esto, el desconocimiento de los nombres de los científicos mexicanos incluidos en el cuestionario. En este sentido, es preocupante la escasa identificación de los científicos por los estudiantes y su confusión sobre lo que es un científico y un comunicador pseudo-científico. En este punto se aprecia que hay una relación directa entre la presencia en los medios masivos de comunicación y la identificación de los personajes.
- Presentan un marcado interés en las actividades sociales y deportivas, que son las que les facilitan socializar más con sus pares. Llama la atención que las actividades científicas y las políticas estén un tanto alejados de sus intereses primordiales. Esto coincide con lo expresado en la encuesta española 2002 (Espinosa y Ochaíta, 2002, p. 36) en el sentido de que los asuntos de ciencia y política son los temas que suscitan menor interés entre los ciudadanos más jóvenes”. En el caso de México, hay que reconocer que los escasos ejemplos de líderes científicos o de logros mexicanos en la ciencia no han sido suficientemente amplios para motivar su interés; y en cuanto a la política, ciertamente la situación en México es deplorable.
- El interés profesional mayoritario está en las carreras sociales y administrativas, luego en las vinculadas con la arquitectura y el diseño y las artes, posteriormente las socio-humanísticas y finalmente las vinculadas con las ciencias naturales y exactas, lo que es un tanto discordante con las opiniones favorables a la ciencia. En la Encuesta del IMJ (2005), los adolescentes de 15 a 19 años manifiestan sentirse satisfechos con el nivel de estudios que tienen. Empero, es sabido que sólo uno de cuatro adolescentes en México ingresa a estudios superiores, lo que puede indicar que la satisfacción de los adolescentes sea conformismo. Si esto se relaciona con lo que les gustaría estudiar, es probable suponer que los estudiantes de nivel medio superior valoran la educación como factor importante para su formación y resaltan que en sus escuelas no reciben una adecuada y balanceada orientación vocacional en ciencias.

- Las razones que pudieran tener para no estudiar alguna carrera científica son poco convincentes, lo cual es discordante con sus opiniones favorables a la ciencia. Lo que significa que la mayoría de los estudiantes no señalan razón suficiente para acreditar su desinterés por el estudio de alguna carrera en ciencias naturales o exactas, salvo la biología que se encuentra entre las carreras más demandadas por los jóvenes que ingresan a la UNAM.
- La escuela, la televisión, los museos y centros de ciencia y tecnología e *Internet* son los medios más utilizados para obtener información científica y tecnológica, ya sea por la accesibilidad a estas fuentes o por otras razones. En relación con *Internet*, éste se encuentra mejor posicionado que la televisión como medio de aprendizaje, aunque paradójicamente señalan que recuerdan haber visto más temas de ciencia en la televisión que en *Internet*. Sobre este punto se destaca que cada vez más “la gente conoce o aprende de ciencia a través de los canales informales, fuera del ambiente escolar, mediante los programas de televisión, sitios de *Internet*, artículos de revistas y visitas a los zoológicos y museos” (Nature, 2010, p. 813).
- Sobre los museos y centros de ciencia y tecnología se destaca que la motivación principal de los adolescentes para acudir a estos recintos es la diversión, dado que el interés por aumentar sus conocimientos no figuró entre sus preferencias. La frecuencia de visitas reportadas es similar a lo que ocurre en España (Fecyt, 2004), en la que se afirma que las visitas a museos técnicos de ciencias y museos especializados o temáticos son realizadas por los adolescentes una o dos veces por año.
- La utilidad de lo que han aprendido de ciencias se manifiesta en la valoración altamente positiva que le otorgan “en el conocimiento de su cuerpo”, “en el cuidado de su salud” y en “su comprensión del mundo”, empero esto contrasta con el bajo interés en la información científica, manifestado por la menguada valoración de la lectura de revistas y libros de divulgación científica. Esto contradice a la vez los resultados de la Encuesta Nacional de Prácticas y Consumo Cultural 2004 que efectuó el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (Conaculta, 2004), donde afirma que el número de libros leídos en un año es mayor entre la población más joven y decrece conforme la edad aumenta, e indica que más de la mitad de los adolescentes de 15 a 17 años (52.1%) manifiesta haber leído tres o más libros en un año. Sin embargo, en esta encuesta no se especifica el tipo de libros que leen, lo cuál deja en duda si son libros escolares o de otro tipo. Ello lleva a pensar que parte del problema está en el escaso interés por leer libros y revistas de índole científico o de divulgación, o bien por el evidente desconocimiento de la existencia de las revistas de divulgación científica y la poca promoción de la lectura de libros científicos en las escuelas secundarias y preparatorias.
- Los temas científicos que recuerdan o gustan más están relacionados con el medio ambiente y la tecnología, lo que contradice la poca valoración que le otorgan a la tecnología en el cuidado del medio ambiente, mostrándose de nueva cuenta una inconsistencia. Se deduce que la importancia que le otorgan a la tecnología es por el hecho de que los dispositivos tecnológicos ya son de uso común entre los adolescentes.

- De conformidad con la frecuencia que los adolescentes dicen visitar un recinto cultural llama la atención el bajo interés por las bibliotecas, consideradas espacios tradicionales para la formación científica.

Dado lo anterior, se reconoce que es en la adolescencia donde se deben potenciar las actuaciones vinculadas a la comunicación y cultura científica (Pérez, 2005), sería de gran utilidad desarrollar estrategias de promoción de la ciencia dentro y fuera del sistema educativo. Acevedo (2005, p. 440) afirma que “una ciencia escolar con poca relevancia personal y social es, ciertamente, un serio obstáculo para favorecer el interés hacia esta materia y conseguir mejorar su aprendizaje”. Por lo que se requiere fomentar y propiciar el interés de los adolescentes por materias relacionadas con la ciencia y la tecnología, a partir de nuevas didácticas, como pueden ser las visitas a museos virtuales, la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación y la lectura de libros y revistas de divulgación científica. Es necesario también incluir textos escritos de la manera más atractiva posible para educar a la población escolar en ciencia y tecnología. Hay que generar y aprovechar alternativas educativas que no estén centradas en el modelo escolarizado dominante, articular visitas a museos, planetarios, zoológicos, jardines botánicos, bajo una visión más activa y viva, con el fin de mejorar el conocimiento, la información y el interés por la ciencia y la tecnología.

Lo anterior resulta obvio si se toman en cuenta las deficiencias educativas que el sistema educativo reconoce a partir de los resultados de las pruebas que aplica PISA (2003, 2006) y Enlace (2009) de la SEP, en las cuales se manifiesta que los niveles de aprendizaje de los estudiantes mexicanos son insuficientes y que poseen un bajo dominio de conocimientos y habilidades para seguir con su formación académica. Por ello se reitera que la importancia de efectuar un estudio de PSC en los adolescentes estriba en las posibilidades educativas que se derivan del estudio, así como de los tópicos de investigación que sería aconsejable realizar en el futuro. Es previsible que los adolescentes mexicanos, y en este caso los de la Ciudad de México estén poco interesados en los asuntos de ciencia y tecnología, no obstante, son los adolescentes, los que en las pruebas piloto de la aplicación del cuestionario, dicen interesarse –más que los jóvenes y los adultos- en la ciencia y la tecnología. Así pues, sería necesario intervenir en la educación básica media y media superior para fomentar y potenciar el interés de los adolescentes por las materias de ciencias.

A este respecto, será de gran utilidad el diseño de nuevos estudios que permitan conocer mejor los temas de interés científico para los estudiantes de secundaria y bachillerato, así como analizar el mayor o menor grado de satisfacción que tiene la población escolar –estudiantes, profesores, directivos- en función de los cambios que, en materias científicas y tecnológicas, se han ido introduciendo en los últimos años en México y así colocar este tipo de contenidos en el currículo escolar y hacer una educación más relevante y pertinente para los adolescentes. En esto, siempre cabe mejorar, por lo que se reconoce que para tener una mayor comprensión de las posibles diferencias existentes en los

conocimientos, las actitudes, los hábitos y comportamientos e incluso en la procuración de información científica de los adolescentes de la Ciudad de México, serán necesarias investigaciones posteriores combinando metodologías cualitativas y cuantitativas, estudios empíricos y análisis teóricos.

Con ello se reconoce la importancia de tipificar los grupos poblacionales en el estudio de la PSC. En este sentido se podría relacionar la valoración de la ciencia con variables sociodemográficas. El nivel de estudios, expectativas de vida, nivel de ingresos, género, entre otros pueden estar relacionados con esa valoración cultural.

No cabe duda de que la educación y la divulgación científica son los medios más apropiados para hacer llegar la ciencia y la tecnología a los ciudadanos. Ambos tienen un objetivo común, lo importante es usar de manera armónica todos los recursos, concebir un verdadero modelo educativo que permita sistematizar las experiencias escolares con las de la divulgación de la ciencia. La educación mexicana no puede obviar la influencia y el impacto que la divulgación científica tiene en los estudiantes, a través de sus múltiples canales. Es necesario reconocer que la educación científica no es, al menos para los estudiantes de las etapas obligatorias, la fuente más importante e impactante de información científica. Se requiere entonces realizar renovados esfuerzos en México y por ende en la Ciudad de México en la formación de comunicadores-divulgadores-formadores científicos, y también de estrategias efectivas de divulgación-comunicación-educación (Pérez, 2005). Para complementar esta afirmación, es justo reconocer que la importancia de dar a conocer a los científicos mexicanos, no es sólo para incrementar su prestigio social sino porque se considera que la investigación científica contribuye al bienestar social. Este punto puede ser un buen predictor respecto de la percepción y valoración de la función social de la ciencia y la tecnología.

Asumida la idea de que la enseñanza de las ciencias debe apoyarse en la divulgación científica, es necesario contemplar distintas perspectivas. Entre éstas es conveniente considerar a la divulgación como recurso didáctico, como fuente de aprendizaje, como un objeto de estudio en sí misma. Y es en el ámbito de la educación no formal, como complemento de la formal, en la que es posible asociar de modos directos e indirectos no sólo el currículo escolar, sino la formación global de los jóvenes, que les permita, como ha sido señalado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2005) en el contexto de la década de la educación para el desarrollo sostenible, que apoya a cinco modalidades esenciales de aprendizaje con miras a lograr una educación de calidad y fomentar el desarrollo humano sostenible: aprender a conocer, aprender a ser, aprender a convivir, aprender a hacer, y aprender a transformarse uno mismo y a cambiar la sociedad.

Es necesario resaltar antes de finalizar que la cultura científica es una cultura del conocimiento en la cual se destaca la importancia que representa para el sistema educativo generar personas que puedan solucionar problemas no sólo

con la aplicación de conceptos concretos, sino con los hábitos desarrollados en su interacción con las redes del conocimiento en sus etapas de formación. Para ello, es indispensable la aplicación de herramientas tecnológicas que faciliten no sólo el conocimiento teórico, sino el práctico, de tal manera que los estudiantes dejen de asociar a la ciencia y la tecnología con algo externo para concebirlo como algo que forma parte de sus personalidades.

Se debe reconocer que para lograr una asociación significativa y positiva entre el nivel de formación en ciencia y tecnología recibido en el ámbito escolar y el interés que se tenga de éstas es imprescindible aumentar la información que se ofrece en educación básica y media superior, ya que es en estos niveles donde se adquieren hábitos y despiertan inquietudes que van a condicionar su vida adulta (Fecyt, 2009). De hecho, una consideración general de los resultados de las encuestas iberoamericanas parecen apoyar la idea de “una escalera de cultura científica”, donde los peldaños reflejarían un ordenamiento gradual de asimilación o apropiación de la ciencia.

De la misma manera, se deben impulsar en la adolescencia hábitos de vida de interés social que contribuyan a la sociedad y a su propia expectativa de vida con verdadero sentido de responsabilidad social; hábitos educativos que se expresen en comportamientos apropiados para su propia formación; y, sobre todo, se deben fomentar valores ecológicos comprendidos y asumidos de tal forma que los jóvenes participen en la solución de los múltiples problemas que aquejan a la Humanidad como la pobreza, el cambio climático y el deterioro de los recursos naturales, entre otros.

Finalmente, este estudio aspira a que los resultados sean valorados y utilizados para convertirlos en un instrumento de aplicación sistemática y ofrece elementos importantes para la planeación de políticas culturales en el ámbito de la apropiación social de la ciencia, así como para el seguimiento de acciones estratégicas que contribuyan al fortalecimiento de una cultura científica en los adolescentes (y en los ciudadanos en general), donde eventualmente cada ciudadano no sólo sea usuario sino partícipe, hacedor, colaborador y divulgador de la importancia de la ciencia. De ahí que sea necesario valorar la cultura científica en México para favorecer el desarrollo propio y convertir al país en una sociedad más dinámica y competitiva basada en el conocimiento.

REFERENCIAS

- Aberastury, A. (1971). *El síndrome de la adolescencia normal. Un enfoque psicoanalítico*. Editorial Paidós. Disponible en: www.adolescenza.org/armida.pdf.
- Acevedo, J.A. (2005). Proyecto ROSE. Relevancia en la Educación Científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación en las Ciencias*. Vol.2, 3, 440-447
- Albornoz, M., Vaccarezza, L., Polino, C., Fazio, M.E. (2003). *Resultados de la encuesta de percepción pública de la ciencia realizada en Argentina, Brasil, España y Uruguay*. Documento de trabajo No. 9. Buenos Aires: Centro Redes. Disponible en: <http://www.centroredes.org.ar//template/template.asp?nivel=documentos&cod=00>
- Aguirre, C. (2004). Consideraciones generales sobre alfabetización científica: los museos de ciencia como espacios educativos no formales. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. España, 3, 3
- AMMCCYT (2005). *Papel Social de los Museos de Ciencia*. México: Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología.
- Anedriga, H. (2001). *El universo interior*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Atienza, J. y Luján, J.L. (1997). *La imagen social de las nuevas tecnologías biológicas en España*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Barberá, E. (1994). Motivación: su lugar en la acción educativa. En *Interacción educativa. Cognición, conocimiento y motivación*. España: Universitat de Valencia.
- ___(1995). Establecimiento de metas en la conducta motivada: perspectiva histórica. *Revista de Historia de la Psicología*, 3-4 (16): 103-110.
- ___(1999). Marco conceptual e investigación de la motivación humana. Universitat de València. *Revista Española de Motivación y Emoción*, vol.2, 1, 23-36. <http://reme.uji.es/articulos/abarbe127211298/texto.html>
- ___(2001). *Modelos explicativos en psicología de la motivación*. Universitat de València. <http://www.psiquiatria.com/boletin/revista/93/7635/?++interactivo>
- Bensaude-Vincent, B. (2003). *L'opinion publique et la science*. www.imbroglio.be/site/article.php3?page=print&id.article=49
- Bermúdez, G. (2002). La dimensión social y humana de la divulgación. En Tonda, J., Sánchez, A.M., Chávez, N. (Coordinadores). *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*. México: DGDC-UNAM

- Butler, S. (1992). *Science and Technology Museums*. Leicester University Press.
- Braslavisky, C. (2004). *Diez estrategias para promover la calidad de la educación en un mundo en movimiento*. Disponible en <http://firgoa.usc.es/drupa/node/19493>
- CAB (2009). *Apropiación social de la ciencia y la tecnología*. Caracas: Convenio Andrés Bello. <http://indagata.org.8008/cms/index.php?id=263>
- Calvo, M. (2003). *Divulgación y periodismo científico: entre la claridad y la exactitud*. México: DGDC-UNAM.
- Castellanos, N. (1998). Los museos como medios de comunicación: museos de ciencia y tecnología. *Revista Latina de Comunicación Social*. España, 7
- Carullo, J.C. (2002). *La percepción social de la ciencia: el caso de la biotecnología*. Red Regional de Bioseguridad. Programa de Biotecnología para América Latina y el Caribe.
- CCIC (2008). La formación de profesores. El mayor problema educativo en la enseñanza de las ciencias en la educación básica en México. *Boletín Informativo de los Consejos Consultivos Interinstitucionales en ciencias*. Año 1, 1, octubre.
- CEE (2006). *Las exclusiones de la educación básica y media superior en el D.F.* Centro de Estudios en Economía de la Educación. Coedición Gobierno del Distrito Federal - UNICEF.
- Ciencias (2006). *Programa de estudios 2006. Educación básica secundaria*. México: Secretaría de Educación Pública.
- Colciencias (2004). *Qué piensan los colombianos de la ciencia y la tecnología. Segunda encuesta de percepción de la ciencia y la tecnología en Colombia*. Bogotá: Colciencias. www.colciencias.gov.co
- Cómo ves* (2006). Resultados sobre consumo temático de la revista *¿Cómo ves?* DGDC-UNAM.
- Conaculta (2004). *Encuesta Nacional de Prácticas y Consumo Cultural 2004*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Conacyt (1997). *Encuesta sobre la percepción pública de la ciencia y la tecnología en México*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- ___ (1999). *Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas 1998*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- ___ (2001). *Encuesta Nacional sobre Percepción Social de la Ciencia*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

- ___ (2003). *Encuesta Nacional sobre Percepción Social de la Ciencia*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- ___ (2005). *Encuesta Nacional sobre Percepción Social de la Ciencia*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Craig, G. (1996). *Desarrollo Psicológico*. Editorial Prentice Hall.
- Cyted (2003). *Aspectos a considerar sobre la Percepción Social de la Ciencia*. www.cyted.es
- Domínguez, F. (2006). Fundamentos psicopedagógicos de las inteligencias múltiples. *Revista española de Pedagogía*, 223. www.revistadepedagogia.org/repn233.htm
- Durand, J., Evans, G., Thomas, G. (1992). Public understanding of science in Britain: the role of medicine in popular representation of science. *Public Understanding of Science*, 1, 2.
- Enlace (2009). *Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares*. SEP. www.enlace.sep.gob.mx
- Espinosa, M.A., y Ochaíta, E. (2002). La percepción social de los adolescentes y jóvenes españoles sobre la ciencia y la tecnología. En *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España 2002*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- Eurobarómetro (1993). *The European Report on Science and Technology Indicators*. Bruselas: Comisión Europea.
- Falk, J., and Dierking, L.D. (2000). *Learning from Museums*. California, USA: Altamira.
- Fecyt (2002). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. Madrid. www.fecyt.es
- ___ (2004). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. Madrid. www.fecyt.es
- ___ (2006). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. Madrid. www.fecyt.es
- ___ (2009). *Cultura científica en Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- Fernández, E.G. (1997). *Psicología General. Motivación y Emoción*. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces, S.A.

- Fierro, J. (2003). Cultura científica, el placer de entender y crear. *Revista Ciencia y Desarrollo*, 17, 20, julio-agosto 2003.
- Fjaested, B. (1996). *Public perception of science, biotechnology, and a new university*. Ostersund: Mid-Sweden University.
- Flores, F., Gallegos, L., García, A., Vega, E., García, B. (2007). El conocimiento de los profesores de ciencias naturales de secundaria: un estudio en tres niveles. *Revista Iberoamericana de Educación*. www.rieoei.org/deloslectores.htm
- Fundació La Caixa (1985). *El Museu de la Ciència*. Barcelona: Fundació La Caixa.
- Gallegos, L., Flores, F., Valdéz, S. (2004). Transformación de la enseñanza de la ciencia en profesores de secundaria. Efectos de los cursos nacionales de actualización. *Revista Perfiles educativos*, 7-77.
- García, A. (2002). *Presentación*. En Encuesta sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España 2002. España: Fecyt.
- García, M.A. (2003). El camino de la divulgación a la comunicación de la ciencia. *Revista Ciencia y Desarrollo*, Julio-agosto 2003, volumen XXIX, No. 17, 38.
- Garrido, I. (1996). Estado actual de la investigación en motivación y perspectivas futuras. En I. Garrido (Coor.). *Psicología de la motivación*. Madrid: Síntesis.
- Garrido, I. (2000). La motivación: mecanismos de regulación de la acción. *Revista Española de Motivación y Emoción*, 5-6(3), Diciembre 2000. <http://reme.uji.es>
- Godin, B., and Gringas, Y. (2000). What is Scientific and Technological Culture and How is it measured? A multidimensional model. *Public Understanding of Science* 9, 43-58.
- Goleman, D. (1996). *Inteligencia emocional*. Barcelona: Kairós.
- Hidalgo, R.F. (2005). El impacto de las actividades extraescolares en ciencia y Tecnología. En Marín, A., Trelles, I., Zamarrón, G. (Coords.). *Universidad y Comunicación Social de la Ciencia*. Universidad de Granada. Cap. 9 http://prensa.ugr.es/prensa/dialogo2/biblioteca/comunicacion_social_ciencia/template_libro_files/archivo
- IMJ (2005). *Encuesta Nacional de Juventud. Resultados preliminares*. México: SEP-Instituto Mexicano de la Juventud.
- INEE (2006). *La Educación Básica Mexicana entre 2005 y 2006*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. Folleto 16, 11. www.inee.edu.mx
- López Cerezo, J.A., y Luján, J.L. (2000). *Ciencia y política del riesgo*. Madrid: Alianza Editorial.

- López Cerezo, J.A., y Cámara, M. (2004). Apropiación social de la ciencia. *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- Lozano, M. (2003). La investigación como estrategia para la apropiación social de la ciencia y la tecnología. En *Había una vez una iguana: experiencias en apropiación en social de la ciencia y la tecnología*. Colombia: Gobierno del Departamento de Guajira.
- Lozano, J.T. (2009). *Apuntes para el estudio de la teoría de la percepción*. Fundación Universidad Bogotá.
<http://www.utadeo.edu.co/programas/humanidades/apoyo1/inicio/Programa%20percepcion.htm>
- Manassero, M.A., Vázquez, Á., Acevedo, J.A. (2001). *La evaluación de las actitudes CTS*. Programa CTS+I. www.oei.es/salactsi/acevedo14.htm
- Márquez, E. (2002). *Conceptualización de una zona temática interactiva sobre Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información en Papalote Museo del Niño*. Tesis de maestría. ILCE. México, D.F.
- ___ (2003). Conferencia sobre Cultura Científica. Academia Mexicana de Ciencias. México, D.F.
- Mateos, P. (1996). Motivación, intención y acción. En I. Garrido (Coor.). *Psicología de la motivación*. Madrid: Síntesis.
- Matlin, M., y Foley, H. (1996). *Sensación y percepción*. México: Editorial Prentice Hall.
- MCyT (2004). *Primera Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia, Cultura Científica y Participación Ciudadana*. Venezuela.
- Merino, G. y Roncoroni, M. (2000). *La popularización de la ciencia y la tecnología, reflexiones básicas. Un marco de equidad*. Argentina: Editorial FHCE, serie pedagógica.
- Miller, J.D. (1987) *Scientific literacy in the United States. Communicating Science to the Public*. New York: Ed. Wiley.
- Miller, J.D., Pardo, R., Niwa, F. (1998). *Percepciones del Público ante la Ciencia y la Tecnología*. Bilbao: Fundación BBV.
- Milstead, J., and Feldman, S. (1999). *Metadata: Cataloging by any other name...* Online, Inc. Disponible en <http://www.onlineinc.com/onlinemag/metadata/>
- Monserrat, P. (1998). *La percepción visual*. Madrid: Editorial Biblioteca Nueva.

- Moreno y de los Arcos, E. (2001). El lenguaje de la pedagogía. *Paedagogium*, 6, julio-agosto, 4-7
- Muñoz, E. (2002). *La cultura científica, la percepción pública y el caso de la biotecnología*. Grupo de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CSIC). Documento de trabajo 02-07. Madrid. www.iesam.csic.es/doctrab2/dt-0207.pdf
- Naciones Unidas (1948). *Declaración Universal de los Derechos Humanos*. www.un.org/spanish
- Nature (2010). Learning in the wild. *Nature*, 468, 813-814.
- NSTA (1998). NSTA position statement on informal science education. *Journal of College Science Teaching*, 1, 28, 7-8.
- NRC (1996). *Understanding Risk: Informing Decisions in a Democratic Society*. National Research Council: National Academy Press.
- NSF (2002). *Science and Engineering Indicators 2000*. National Science Foundation. USA.
- OCE (1999). *Observatorio ciudadano de la educación*. www.observatorio.org/pdfdocs/
- Ochaíta, E. y Espinosa, M.A. (2004). La adolescencia y la juventud española del siglo XXI ante la ciencia y la tecnología. *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España 2004*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- Olivé, L. (2003). *Aspectos conceptuales de la medición y elaboración de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana*. Primer Taller de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana. Salamanca. OEI-RICYT/CYTED-USAL
- OPINA (2006). *Resultados de la encuesta de mayo del 2006*. Universum, UNAM.
- Padilla, J. (1998). *Memoria del II Coloquio de la AMMCCYT*. México.
- Papalia, D., Wendkos, S., Duskin, R. (2004). *Desarrollo Humano*. Editorial McGrawHill.
- Parales, C.J. (2004). *Los transgénicos. Su imagen y su público*. Bogotá, Colombia.
- Páramo, E. (2006). El conocimiento puede ser contagioso. El papel de los museos interactivos. *Revista Quark*, 64, 28-29. España. <http://www.prbb.org/quark/28-29/028118.htm>
- Pérez, A. (2006). Jóvenes jugando en las orillas de la ciencia y la tecnología. *La percepción de los jóvenes de la ciencia y la tecnología en España*. Madrid: Fecyt

PNFCCT (2009). *Programa Nacional de Fomento de la Cultura Científica y Tecnológica*. Plan Nacional de IDI (2004-2007). http://www.bibliopo.es/temario/opi/doc_cultura/Tema_1_culturacyt.pdf

PISA (2003). *Primeros resultados de PISA 2003*. Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes. OCDE.

— (2006). *Informe México PISA 2006*. Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes. OCDE. <http://www.oei.es/evaluacioneducativa/pisa2006-w.pdf>

Polino, C. (2001). *Divulgación científica y medios de comunicación: un análisis de la tensión pedagógica en el campo de la comunicación pública de la ciencia (CPC)*. Tesis de maestría, Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad, Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires.

Polino, C., Fazio, M.E., Vaccarezza, L. (2003). Medir la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*. OEI. 5/ Enero-Abril 2003.

Polino, C., López Cerezo, J.A., Fazio, M.A., Castelfranchi, Y. (2006). *Nuevas herramientas y Direcciones hacia una mejor comprensión de la percepción social de la ciencia en los países del ámbito iberoamericano*. Disponible en <http://www.riicyt.edu.ar/interior/difusion/pubs/elc2006/2.4.pdf>

Pozo, J. (2009). Cambiando las actitudes de los alumnos ante la ciencia: el problema de la (falta de) motivación. *Aprender y enseñar ciencia*. Ediciones Morata, S.L.

Ramey-Gassert, L., Walberg III, H.J., & Walberg, H.J. (1994). Reexamining connections: Museums as science learning environments. *Science Education*, 78(4), 345-363.

Redes (2001). *Proyecto Iberoamericano de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana (RICYT/ CYTED-OEI)*. Documento de base. Buenos Aires.

Reidl, L. (1998). *El zoológico de Chapultepec desde el punto de vista psicosocial*. Facultad de Psicología UNAM- Gobierno del Distrito Federal

Reynoso, E. (2000). *El museo de las ciencias: un apoyo a la enseñanza formal*. Tesis de maestría. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.

Reynoso, E., Sánchez, M.C., Tagüeña, J. (2006). El Museo de Ciencias Glocal. *Boletín El Visitante*. AMMCCyT. 28/Enero-Marzo 2006.

RICYT/CYTED/OEI (2003) *Proyecto Iberoamericano de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana*. Documento 7. Redes. www.centroredes.org.ar

- Roberts, L.C. (1997) *From Knowledge to Narrative: Educators and the Changing Museum*. Washington, D.C.: Smithsonian University Press.
- Roth, W.M., Lee, S. (2002). Scientific literacy as collective praxis. *Public Understanding of Science*, 11, 33-56
- Rueda, A. (2007). *Reflexiones sobre los conocimientos fundamentales de los profesores de Química en ejercicio de la escuela secundaria, en la última década* (en prensa).
- Russell, I. (1990). Visiting a science center: what's an offer? *Physics Education*, 25, 258-262. <http://www.iop.org/ej/abstract/0031-9120/25/5/309>
- Sagan, C. (1997). *El Mundo y sus demonios*. México-Barcelona.
- Sánchez, A.M. (2000). *La divulgación de la ciencia como literatura*. México: DGDC-UNAM.
- Sánchez, M.C. (2004). Los museos de ciencia, promotores de la cultura científica. *Revista Elementos*, UAP. 53, 11, marzo-mayo 2004, 35-45.
- Santrock, J. (2004). *Introducción a la psicología*. México: McGraw-Hill Interamericana
- Secyt (2004). *Los argentinos y su visión de la ciencia y la tecnología*. Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Argentina.
- Seminario Cultura Científica (2005). *Documento de trabajo*. Centro de Formación la Cooperación Española. OEI. Antigua, Guatemala.
- Senacyt (2001). *Indicadores de percepción social de la ciencia y la tecnología en Panamá-2001*. Panamá.
- Székely, M. (2009). *Retos y transformaciones en la educación media superior*. [www.abcuniversidades.com/Articulos/210/Retos y transformaciones en la educación media superior.html](http://www.abcuniversidades.com/Articulos/210/Retos_y_transformaciones_en_la_educacion_media_superior.html)
- Tagüeña, J. (2002). La divulgación de la ciencia como profesión. En Tonda, J., Sánchez, A.M., y Chávez, N., (Coordinadores). *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*. DGDC-UNAM, 322.
- ___(2005). Los museos latinoamericanos de ciencia y la equidad. *Revista História, Ciências, Saúde-Manguinhos*. 12 suplemento, 419-427.
- Tirado, F. (1995). La educación básica y la educación especial. Crisis y alternativas. En Acle, G. (editora). *Educación Especial. Evaluación, Intervención, Investigación*. México.

- ___(2005). Una reseña crítica. En Andere, E. (autor). La educación en México: un fracaso monumental. ¿Está México en riesgo? *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, Vol.10, 25: 597-610
- ___ (2004). *Perfiles del EXANI-I. Evaluación de la Educación en México. Indicadores del EXANI-I*. México: Centro Nacional de Evaluación para la Educación 97-148
- Tirado, F., y Backhoff, E. (1999). La compleja elaboración de exámenes, 16 razones para utilizar la opción “no sé”. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa, A.C. Enero-junio de 1999 7: 13-26
- Tonda, J. (2002). Qué es la divulgación de la ciencia?. En Tonda, J., Sánchez, A.M., y Chávez, N., (Coordinadores). *Antología de la Divulgación de la Ciencia en México*. DGDC-UNAM, 325-333.
- UNESCO (2005). *Estrategia UNESCO de la Educación para el Desarrollo Sostenible*. <http://www.unesco.org/es/esd/strategy>. Recuperado el 7 de abril de 2010.
- Vacarezza (2008). *Exploraciones en torno al concepto de cultura científica*. Resumen del I Congreso Iberoamericano de ciudadanía y políticas públicas de ciencia y tecnología. www.fecyt.es
- Volpe, E.P. (1984). The Shame of Science Education. *Amer. Zool.*, 24, 438-441.
- Wagensberg, J. (1998). *Entrevista a Jorge Wagensberg director del Museu de la Ciència de Barcelona*. Citado por Castellanos, N. (1998).
- Walton, R. (2002). Scientific knowledge and democratic choice. *Ecsite newsletter* 2002, 53
- Weingart, P. (1998). Science and the media. *Research Policy*. 27, 869-879.
- Wigfields y Eccles (2002) Citado en Santrock, J. (2004). *Introducción a la psicología*. México: McGraw-Hill Interamericana, 340.
- Wynne, B. (1991). Knowledge in context. *Science, Technology and Human Values*, 16,1
- Wynne, B. (1995). ¿Public understanding of science research: new horizons or hall of mirrors? *Public Understanding of Science* 1(1), 37-43
- Ynclán, G. (2003). La secundaria: una escuela de ayer para jóvenes de hoy. *Educación 2001*. México, 93, febrero, 31-33
- Zamarrón, G. (2006) De cultura científica y anexas. *Universidad, Comunicación, Comunicación y Ciencia. Contrastes*. México: Universidad Autónoma de Baja California y Edits. Porrúa.

Ziman, J. (1972). *El Conocimiento público*. México: FCE

Zorrilla, M. y Barba, G. (2003). *Indicadores educativos para la Escuela Secundaria. Manual para Directivos y Docentes*. México: Universidad Autónoma de Aguascalientes, 22

Zorrilla, M. (2004). La educación secundaria en México: Al filo de su reforma. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*. Vol.2, No.1 <http://www.ice.deusto.es/rinace/reice/vol2/zorrilla.pdf>

ANEXOS

Anexo 1

Análisis de contenido sobre las notas de campo obtenidas de los adolescentes que visitaron un museo de ciencias ubicado en la ciudad de México.

Resumen

Los museos de ciencias presentan una faceta museística peculiar para los adolescentes. Lo importante en este tipo de museos no es sólo ver sino manipular, jugar, indagar, descubrir. Se parte de la hipótesis de que a través de esta manipulación o acción pueden entenderse algunos principios científicos y técnicos en los que se basa la sociedad. En ellos se aportan formas de comunicación que convierten a las actividades experimentales en pequeños espectáculos. Se utilizan recursos de una tecnología próxima al "mundo" en el que viven habitualmente los adolescentes, por lo que con gran rapidez se sienten en su ambiente, al menos ésta es la intención de los museos.

Muchos adolescentes recorren los elementos del museo únicamente guiados por la curiosidad. No necesariamente buscan una explicación a todo, pero es un hecho que les encantan los elementos que sorprendan e incluso que puedan llegar a su sensibilidad por sus aspectos estéticos, científicos o tecnológicos

El mayor porcentaje de los visitantes al museo lo constituyen los adolescentes que proceden de las visitas "extraescolares" de los centros de enseñanza básica y las visitas familiares. En el museo de referencia el 43% de los visitantes totales, lo constituyen los adolescentes de 12 a 17 años (OPINA, 2006).

En general, la visita al museo está motivada por los profesores y las escuelas de los estudiantes para conectar aspectos del currículo que se están impartiendo en el centro educativo con la oferta de los museos. La mayoría de los alumnos y alumnas llegan a los museos con ideas e interpretaciones propias de los fenómenos científicos que estudian y aunque no hayan recibido ninguna enseñanza sistemática sobre dichos fenómenos crean estas ideas e interpretaciones a partir de sus experiencias cotidianas, de sus conversaciones, de sus lecturas. En la visita de los adolescentes al museo, se puso en evidencia el divorcio que existe entre estas ideas y las que habitualmente maneja la comunidad científica o los divulgadores que plasmaron en el museo los contenidos educativos e informativos que se ofrecen en las exhibiciones y/o salas interactivas.

El comportamiento de los adolescentes es variado: 1) individualmente, atienden en mayor medida las instrucciones que aparecen en las cédulas de las exhibiciones y usan las exhibiciones hasta obtener algún resultado, prefieren las exhibiciones contextualizadas –como las relacionadas con el medio ambiente y la tecnología espacial, entre otras-, 2) grupalmente, conversan más entre ellos de diversos temas,

ocasionalmente sobre los temas de las exhibiciones; les gustan las exhibiciones de retos, de trivias, las contextualizadas. Generalmente no leen las cédulas, se esconden de sus profesores, y contestan con monosílabos las preguntas de los guías de museos. Por ello, es importante aclarar que una visita que pretenda ser útil para conectar el museo con el currículo de ciencias que se están impartiendo en la escuela no puede dejar al "libre albedrío" de los estudiantes el recorrido por el museo. Estos únicamente afirmarían las ideas científicas previas de las que disponían antes de empezar la visita.

Anexo 2

Análisis descriptivo (frecuencias) del cuestionario sobre conocimientos de ciencias naturales)

Cuadro 1

Comprensión de conocimientos científicos

Fecha de aplicación _____

Encuestador _____

1. ¿Indica si estás o no de acuerdo con las siguientes frases?

	% No acertado	% Si acertado
El gen del padre es el que decide si el bebé es niño o niña	24.6	75.4
La capa de ozono absorbe radiación ultravioleta	12.4	87.6
Los primeros humanos vivieron en la misma época que los dinosaurios*	19.1	80.9
La plantas transgénicas tienen genes, las otras no*	20.7	79.3
La emisión de gases de los escapes de los automóviles no tiene nada que ver con la lluvia ácida*	20.0	80.0
Debido al cambio climático ocurrirán cada vez más sequías y huracanes	10.8	89.2
México es uno de los países con menor biodiversidad en el mundo*	19.6	80.4
Las creencias y los conocimientos son lo mismo*	8.0	92.0
En la adolescencia la mayoría de los hombres y las mujeres adquieren la capacidad reproductora	12.6	87.4
Los electrones son más pequeños que los átomos	7.6	92.4
La estrella más cercana a nosotros está fuera del sistema solar*	13.6	86.4
Plutón es considerado un planeta enano	27.0	73.0
El ADN está presente en la herencia de los organismos vivos.	7.7	92.3
El sonido viaja más rápido que la luz *	30.0	70.0
La Tierra da vuelta al sol en un mes*	9.5	90.5

Nota: (*) estos reactivos están escritos de forma inversa

Anexo 3

Análisis descriptivo (frecuencias) del cuestionario sobre actitudes hacia de la ciencia

Cuadro 1

Actitud hacia la ciencia

Fecha de aplicación _____

Encuestador _____

1. Hablando de ciencia, ¿qué tan de acuerdo estás con cada una de las frases?

La ciencia	% Totalmente en desacuerdo	% En desacuerdo	% Ni en desacuerdo ni de acuerdo	% De acuerdo	% Totalmente de acuerdo
ayudará a curar enfermedades como el sida, el cáncer, etc.	1.6	6.5	0.0	35.5	56.5
Está creando graves problemas al medio ambiente	1.6	56.5	22.6	19.4	1.9
Es el mejor recurso de conocimientos en el mundo	1.6	1.6	25.8	51.6	19.4
si la política de gobierno la llevaran los científicos, las cosas andarían mejor en el mundo	1.6	21.0	24.2	29.0	24.2
Ha incrementado los problemas energéticos	16.1	54.8	22.6	4.8	1.6
ayuda a combatir la ignorancia y la superstición	0.0	0.0	6.4	45.2	48.4
es la única forma confiable de conocimiento	12.9	35.5	17.7	32.3	1.6
con el tiempo permitirá comprender todo lo que ocurre en el mundo	0.0	19.4	14.5	48.4	17.7
está creando un estilo de vida artificial e inhumano	3.2	59.7	21.0	14.5	1.6
sólo es comprendida por unos cuantos	1.6	17.7	21.0	38.7	21.0

Anexo 4

Análisis sobre las encuestas iberoamericanas de Percepción Social de la Ciencia (Argentina, Colombia, España, México)

Resumen

La revisión general de las encuestas iberoamericanas presenta evidencias que pueden generalizarse de manera contundente. Estas evidencias son las siguientes:

La actitud general hacia la ciencia y la tecnología es favorable. La mayoría de los encuestados tienen una actitud favorable hacia la ciencia y la tecnología, debido a que mejoran la calidad de vida y el desarrollo cultural de la sociedad. Empero, una parte importante de los ciudadanos expresa actitudes negativas respecto a las consecuencias del uso del conocimiento científico.

La medicina y los médicos son los más reconocidos. Entre las disciplinas científicas la medicina es la de mayor reconocimiento; y los médicos son los profesionales que la sociedad considera más creíbles y confiables como científicos.

El consumo de información científica es mínimo. Las personas valoran positivamente la utilidad y la disposición de que se disponga de mayor información científica cotidiana. Empero, la ciencia y la tecnología no figuran entre las preferencias informativas. La población tiene un bajo nivel de consumo de información científica.

La TV es el medio utilizado por excelencia. La televisión es el medio más utilizado para obtener información científica. La mayoría no recuerda alguna noticia científica y quienes la recuerdan, afirman haberla visto en la televisión.

El fenómeno de *Internet* es creciente. Los grupos sociales con niveles educativos más altos manifiestan tener mayor acceso como medio de socialización y de búsqueda de información.

Las encuestas presentan enfoques metodológicos diversos. Las encuestas se aplican mediante la técnica de la entrevista personal con base en cuestionarios cerrados o semi-cerrados. Su diseño de muestra es probabilística, politápico y por conglomerados (Conacyt, 2002). Las dimensiones abordadas en las encuestas son: comprensión del conocimiento científico, actitudes hacia la ciencia y la tecnología, la imagen de la ciencia como fuente de riesgo y oportunidad, la imagen de los científicos y de la actividad científica y tecnológica, información científica, áreas de competitividad científica y opinión sobre la inversión nacional en ciencia y tecnología.

Anexo 5

Cargas factoriales de los reactivos de factores y dimensiones

Cuadro 1

Dimensión: "conocimientos científicos"

Reactivos	Factor 1	Factor 2
Los primeros humanos vivieron en la misma época que los dinosaurios	.747	
Las plantas transgénicas tienen genes, las otras no	.582	
La emisión de gases de los escapes de los automóviles no tiene nada que ver con la lluvia ácida	.411	
México es uno de los países con menor diversidad en el mundo	.513	
Las creencias y los conocimientos son lo mismo	.575	
La estrella más cercana a nosotros está fuera del sistema solar	.610	
El sonido viaja más rápido que la luz	.646	
La tierra da vueltas al sol en un mes	.450	
El gen del padre es el que decide si el bebé es niño o niña		.730
El centro de la Tierra es muy caliente		.680
Los continentes sobre los que vivimos han cambiando de posición a través del tiempo y lo seguirán haciendo en el futuro		.608
La capa de ozono absorbe radiación ultravioleta		.635
Debido al cambio climático ocurrirán cada vez más sequías y huracanes		.553
En la adolescencia la mayoría de los hombres y las mujeres adquieren la capacidad reproductora		.794
El ADN está presente en la herencia de los organismos vivos		.541

Cuadro 2

Dimensión “actitud hacia la ciencia, la investigación científica, las instituciones y los científicos”.

Reactivos	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6
Progreso	.597			
Riqueza	.638			
Eficacia	.727			
Educación	.619			
Bienestar	.512			
Desarrollo de la humanidad	.565			
Mejoramiento de la calidad	.497			
La ciencia es el mejor recurso de conocimiento sobre el mundo	.609			
La ciencia ayuda a combatir la ignorancia y la superstición	.707			
La ciencia con el tiempo permitirá comprender todo lo que ocurre en el mundo	.702			
Los científicos		.722		
Los institutos públicos de investigación		.689		
Los laboratorios privados de investigación		.408		
Las universidades		.741		
Los hospitales		.759		
Grandes descubrimientos			.668	
La búsqueda del conocimiento			.716	
Las actividades espaciales			.662	
El desarrollo urbano			.567	
La salud			.675	
La alimentación			.829	
La ciencia ha generado importantes riesgos para la salud				.719
La ciencia está creando graves problemas para el medio ambiente				.800
La ciencia está creando un estilo de vida artificial e inhumano				.714

Cuadro 3

Dimensión "actitud hacia la tecnología, el desarrollo tecnológico e Internet".

Reactivos	Factor 7	Factor 8	Factor 9	Factor 10	Factor 11
La aplicación de la ciencia	.580				
Innovación constante	.725				
Equipos y maquinaria	.804				
Mejoras para la vida cotidiana y el trabajo	.549				
Productividad y competitividad	.598				
El transporte eficiente	.593				
Las telecomunicaciones	.693				
Progreso		.493			
Riqueza		.684			
Eficacia		.680			
Educación		.566			
Bienestar		.629			
Deshumanización			.733		
Desigualdad			.737		
Descontrol			.763		
La protección del medio ambiente				.775	
La generación de recursos para educar a la gente				.757	
El tratamiento de enfermedades mortales				.627	
Una verdadera revolución para la vida cotidiana					.789
Una herramienta indispensable en la época actual					.786
Un fenómeno de moda					.760
Un medio para convivir con los demás					.578

Cuadro 4

Dimensión: "Hábitos y comportamientos"

Reactivos	Factor 12	Factor 13	Factor 14
En mis pláticas con mis amigos hablo de temas de ciencia y tecnología	.672		
Leo historias de científicos (as) famosos	.690		
Me gusta averiguar, indagar, preguntar, profundizar	.574		
Me gusta construir artefactos	.739		
Participo en proyectos de investigación	.693		
Me gusta aprender a través de experimentos	.517		
Busco información sobre nuevas tecnologías	.664		
Al bañarme procuro usar el agua necesaria		.649	
Leo las etiquetas de los envases de alimentos para enterarme de su contenido		.468	
Mastico la comida lentamente		.658	
Leo las instrucciones de los equipos (computadora, celular, ipod, etc.) para informarme sobre su operación		.507	
Consulto el diccionario cuando no comprendo una palabra		.502	
Tomo en cuenta la opinión del médico al seguir una dieta		.424	
Ahorro energía eléctrica en mi casa		.633	
Me intereso en los problemas que genera la contaminación ambiental		.419	
Me agrada aprender de los demás			.569
Acostumbro escribir			.532
Uso Internet y otras tecnologías de la información y la comunicación			.746
Participo en discusiones abiertas sobre temas de mi interés			.612

Anexo 6
Cuestionario final sobre Percepción Social de la Ciencia.

CUESTIONARIO

IMPORTANTE	Ejemplo:	FOLIO										
<ul style="list-style-type: none"> • Ponga marcas oscuras • Llene completamente los espacios • Borre completamente para cambiar marcas 	 USE LÁPIZ DEL No. 2	00334										
	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="font-size: 8px;">Totalmente en desacuerdo</th> <th style="font-size: 8px;">En desacuerdo</th> <th style="font-size: 8px;">De acuerdo</th> <th style="font-size: 8px;">Totalmente de acuerdo</th> <th style="font-size: 8px;">No sé</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/></td> </tr> </table>	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	No sé	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	No sé								
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>								

MUY IMPORTANTE

Este cuestionario tiene como finalidad explorar que tanto les gusta la ciencia a los adolescentes y cómo haría amena. Este cuestionario es anónimo por qué queremos que te sientas en confianza y que contestes con toda veracidad.

INSTRUCCIÓN Lee con cuidado cada pregunta y elige la respuesta que consideres responde mejor a tus conocimientos y opiniones. Tu apoyo es muy importante.

1 Indica que tan de acuerdo estás con las siguientes frases.

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	No sé
El gen del padre es el que decide si el bebé es niño o niña	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El centro de la Tierra es caliente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los continentes sobre los que vivimos han cambiado de posición a través del tiempo y lo seguirán haciendo en el futuro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La capa de ozono absorbe radiación ultravioleta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los primeros humanos vivieron en la misma época que los dinosaurios	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las plantas transgénicas tienen genes, las otras no	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La emisión de gases de los escapes de los automóviles no tiene nada que ver con la lluvia ácida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Debido al cambio climático ocurrirán cada vez más sequías y huracanes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
México es uno de los países con menor biodiversidad en el mundo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las creencias y los conocimientos son lo mismo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
En la adolescencia la mayoría de los hombres y las mujeres adquieren la capacidad reproductora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La estrella más cercana a nosotros está fuera del sistema solar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El ADN está presente en la herencia de los organismos vivos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El sonido viaja más rápido que la luz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La Tierra da vuelta al sol en un mes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 Indica el grado en que asocias los siguientes términos o frases con la ciencia.

	Nada	Poco	Mucho	Totalmente	No sé
Progreso	<input type="radio"/>				
Riqueza	<input type="radio"/>				
Eficacia	<input type="radio"/>				
Educación	<input type="radio"/>				
Cultura	<input type="radio"/>				
Bienestar	<input type="radio"/>				
Desarrollo de la humanidad	<input type="radio"/>				
Mejoramiento en la calidad de vida	<input type="radio"/>				
Grandes descubrimientos	<input type="radio"/>				
Combate a la superstición	<input type="radio"/>				

3 Indica el grado en que asocias los siguientes términos o frases con la tecnología.

	Nada	Poco	Mucho	Totalmente	No sé
Progreso	<input type="radio"/>				
Deshumanización	<input type="radio"/>				
Riqueza	<input type="radio"/>				
Desigualdad	<input type="radio"/>				
Eficacia	<input type="radio"/>				
Educación	<input type="radio"/>				
Bienestar	<input type="radio"/>				
Descontrol	<input type="radio"/>				
La aplicación de la ciencia	<input type="radio"/>				
Innovación constante	<input type="radio"/>				
Equipos y maquinaria	<input type="radio"/>				
Mejoras para la vida cotidiana y el trabajo	<input type="radio"/>				
Productividad y competitividad	<input type="radio"/>				

4 Indica el grado de relación que tienen las siguientes frases con la investigación científica.

	Nada	Poco	Mucho	Totalmente	No sé
La búsqueda del conocimiento	<input type="radio"/>				
Las actividades espaciales	<input type="radio"/>				
El desarrollo urbano	<input type="radio"/>				
La salud	<input type="radio"/>				
La alimentación	<input type="radio"/>				

5 Indica el grado de relación que tienen las siguientes frases con el desarrollo tecnológico.

	Nada	Poco	Mucho	Totalmente	No sé
El transporte eficiente	<input type="radio"/>				
Las telecomunicaciones	<input type="radio"/>				
La protección del medio ambiente	<input type="radio"/>				
La generación de recursos para educar a la gente	<input type="radio"/>				
El tratamiento de enfermedades mortales	<input type="radio"/>				

6 Hablando de ciencia, indica si estás de acuerdo con las siguientes frases.

La ciencia...	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	No sé
ha generado importantes riesgos para la salud	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
está creando graves problemas al medio ambiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
es el mejor recurso de conocimiento sobre el mundo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ayuda a combatir la ignorancia y la superstición	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
con el tiempo permitirá comprender todo lo que ocurre en el mundo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
está creando un estilo de vida artificial e inhumano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7 Hablando de Internet, indica si estás de acuerdo con las siguientes frases.

Internet es...	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	No sé
Una verdadera revolución para la vida cotidiana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Una herramienta indispensable en la época actual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Un fenómeno de moda	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Un medio para convivir con los demás	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Una tecnología que aumenta las desigualdades sociales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8 Indica qué importancia tienen para el país...

	Nada	Poco	Mucho	Totalmente	No sé
Los científicos	<input type="radio"/>				
Los institutos públicos de investigación	<input type="radio"/>				
Los laboratorios privados de investigación	<input type="radio"/>				
Las universidades	<input type="radio"/>				
Los hospitales	<input type="radio"/>				

9 De las siguientes personas identifica cuál es su actividad principal.

	Artista	Científico	Deportista	Periodista	No sé
Jaime Maussan	<input type="radio"/>				
Mario Molina	<input type="radio"/>				
Lydia Cacho	<input type="radio"/>				
Francisco Toledo	<input type="radio"/>				
Rafael Márquez	<input type="radio"/>				
Julieta Fierro	<input type="radio"/>				

10 ¿Qué tan interesantes te resultan los siguientes tipos de actividades?

	Nada interesantes	Poco interesantes	Muy interesantes	No sé
Culturales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Políticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Científicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sociales (reuniones con amigos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Deportivas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Económicas (que generan ingresos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11 ¿Te gustaría estudiar?

	Nada	Poco	Mucho	No sé		Nada	Poco	Mucho	No sé
Medicina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ingeniería	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filosofía	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Actuaría	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Economía	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Relaciones internacionales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Veterinaria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Diseño gráfico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Arquitectura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Astronomía	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Física	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Derecho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Psicología	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Administración	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pedagogía	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Matemáticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Artes visuales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Contabilidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comunicación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sociología	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Química	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Biología	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseño industrial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Informática /Computación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Odontología	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					

12 Tal vez no sea tu caso, pero si no te interesara estudiar alguna carrera científica, ¿estarías de acuerdo con las siguientes razones?

Porqué...	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	No sé
La ciencia tiene una imagen muy negativa en la sociedad	<input type="checkbox"/>				
Las clases de materias científicas son muy aburridas	<input type="checkbox"/>				
La ciencia está pasada de moda	<input type="checkbox"/>				
Los salarios de los científicos son bajos	<input type="checkbox"/>				
La ciencia es sólo para personas sobresalientes	<input type="checkbox"/>				

13 ¿Qué tanto has aprendido de ciencias en?

	Nada	Poco	Mucho	No sé
Revistas y periódicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La escuela	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La televisión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Internet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Con mi familia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En el parque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los libros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El cine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los museos y centros interactivos de ciencia y tecnología	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La radio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14 De lo que has aprendido de ciencias hasta ahora, ¿qué tan útil te ha sido?

	Nada útil	Poco útil	Muy útil	No sé
En mi comprensión del mundo que me rodea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En el conocimiento de mi cuerpo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En mi interés por sobresalir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En mi conducta como consumidor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En mi formación de opiniones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En el cuidado de mi salud	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

15 Di, en cada caso, si las frases describen algo de lo que sueles hacer:

	Nada	Poco	Mucho	No sé
Al bañarme procuro usar el agua necesaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leo las etiquetas de los envases de alimentos para enterarme de su contenido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mastico la comida lentamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leo las instrucciones de los equipos (computadora, celular, ipod, etc) para informarme sobre su operación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En mis pláticas con mis amigos hablo de temas de ciencia y tecnología	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consulto el diccionario cuando no comprendo una palabra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tomo en cuenta la opinión médica al seguir una dieta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ahorro energía eléctrica en mi casa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leo historias de científicos (as) famosos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta averiguar, indagar, preguntar, profundizar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me intereso en los problemas que genera la contaminación ambiental	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta construir artefactos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Participo en proyectos de investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me agrada aprender de los demás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acostumbro escribir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uso Internet y otras tecnologías de la información y la comunicación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Participo en discusiones abiertas sobre temas de mi interés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Me gusta aprender a través de experimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Busco información sobre nuevas tecnologías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16 ¿Aproximadamente, cuántos de los siguientes artículos y/o servicios tienes en casa?

	0 / Ninguno	1 a 2	3 a 5	Más de 5
Conexión a Internet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microondas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Televisión de paga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Computadora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Instrumentos musicales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Televisión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Radio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teléfono	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Celular	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cámara fotográfica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Videocasetera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reproductor de MP3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Baños con regadera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Automóvil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	0 / Ninguno	1 a 10	10 a 50	Más de 50
Focos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DVD's	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Videos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Videojuegos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Libros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Discos compactos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17 Indica si en el último mes, has ...

	No	Ocasionalmente	Con regularidad
Leído noticias sobre descubrimientos científicos en los periódicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escuchado noticias de interés científico en radio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visto programas de ciencia y tecnología en la televisión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leído una revista de divulgación científica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leído un libro de divulgación científica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilizado Internet para buscar sitios de divulgación científica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

18 ¿Cuál es el tema y el medio que recuerdas de una noticia científica en la última semana?

Escoge por cada tema el medio de comunicación que más recuerdes	Revista	Periódico	Radio	Internet	Televisión
Salud y alimentación	<input type="checkbox"/>				
Medio ambiente	<input type="checkbox"/>				
Astronomía y el espacio	<input type="checkbox"/>				
Ingeniería	<input type="checkbox"/>				
Energía	<input type="checkbox"/>				
Tecnología	<input type="checkbox"/>				

19 De las siguientes revistas de divulgación científica, indica cuáles han sido tus razones para leerlas.

Escoge por cada revista una sola razón	No la conozco	Por entretenime	Por sugerencia de mis amigos o de mi familia	Para realizar una tarea escolar / me envió la escuela	Por interés propio	Por ampliar mis conocimientos
¿Cómo ves?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conversus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ciencia y Desarrollo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Investigación y Ciencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elementos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contenido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Popular Mechanics en español	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

20 Di con que frecuencia vas a ...

	Nunca / casi nunca	Una o dos veces al año	Una vez al mes	Dos o más veces en el mes
Bibliotecas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Museos de Arte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Museos de Antropología	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Museos de Historia Natural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Museos y centros interactivos de Ciencia y Tecnología	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Planetarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Acuarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jardines botánicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zoológicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21 De los museos y/o centros de ciencias de la Ciudad de México que has visitado, indica cuáles han sido tus razones para visitarlos.

Escoge por cada museo o centro una sola razón	No lo conozco	Por diversión	Por acompañar a mis amigos o a mi familia	Para realizar una tarea escolar / me envió la escuela	Por interés propio	Por ampliar mis conocimientos
Jardín Botánico de la UNAM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Museo de la Luz de la UNAM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zoológico de Chapultepec	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Museo Tecnológico de la CFE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centro de Difusión de Ciencia y Tecnología, Tezozómoc del IPN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zoológico de San Juan de Aragón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Universum, museo de ciencias de la UNAM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Museo de Historia Natural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Papalote Museo del Niño	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Museo de Geología de la UNAM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Planetario Luis Enrique Erro del IPN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22 Edad

14	<input type="checkbox"/>
15	<input type="checkbox"/>
16	<input type="checkbox"/>
17	<input type="checkbox"/>
18	<input type="checkbox"/>

24 Escolaridad

Secundaria 3º	<input type="checkbox"/>
Preparatoria 1º	<input type="checkbox"/>
Preparatoria 2º	<input type="checkbox"/>
Preparatoria 3º	<input type="checkbox"/>

23 Sexo

Femenino	<input type="checkbox"/>
Masculino	<input type="checkbox"/>

25 Tipo de escuela:

Pública	<input type="checkbox"/>
Privada	<input type="checkbox"/>

26 Escolaridad de tus padres:

Selecciona únicamente el grado máximo de estudios de cada uno de ellos	Padre	Madre
Sin escolaridad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Primaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Técnico con antecedentes de primaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secundaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Técnico con antecedentes de secundaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Preparatoria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Técnico con antecedentes de media superior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Licenciatura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Posgrado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Te agradecemos el haber contestado este cuestionario. Tus respuestas nos ayudarán a hacer más amena la enseñanza y la divulgación de la ciencia.

¡MUCHAS GRACIAS!