

LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA A TRAVÉS DE MEDIOS CULTURALES

(*Este artículo se encuentra en proceso de publicación y será utilizado únicamente durante el curso Introducción a la Investigación 2006 del INECOL con propósitos didácticos. Por asuntos relacionados con el proceso editorial y los derechos de autor se prohíbe su copia total o parcial así como su distribución fuera de este contexto educativo).

Aquiles Negrete Yankelevich e Iván González

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Campus Ciudad de México.

Contacto del Autor: aquiles.negrete@itesm.mx y aqny@yahoo.co.uk

Agradecemos a Laura Vargas Parada de la Universidad Nacional Autónoma de México y a Víctor Martínez Sedeño del Instituto Tecnológico de Monterrey por la valiosa información referente al cómic que nos facilitaron para la realización del presente capítulo.

I. Introducción

- a. Ciencia y sociedad
- b. Alfabetización científica

II. La divulgación de la ciencia a través de medios culturales

- a. La divulgación de la ciencia a través de formas narrativas
- b. Evaluación de la divulgación de la ciencia a través de medios narrativos

III. El uso de la narrativa y el cómic en la divulgación de la ciencia en México

- a. Cuento y novela
- b. Teatro
- c. Multimedia
- d. Cómic

IV. Conclusión

V. Referencias

Resumen

De acuerdo con –a– Sánchez (1998), la divulgación científica de la segunda mitad del siglo veinte comparte la creencia de que el aspecto literario de los textos representa un postulado fundamental para la disciplina. En este sentido deja de ser una disciplina subsidiaria de la ciencia y se convierte en un discurso creativo y autónomo acerca de la ciencia, paralelo a ésta pero con intenciones distintas.

El recurso de hilvanar narrativa con ciencia permite presentar al conocimiento científico de una manera atractiva, comprensible y memorable al público lego. Este recurso para diseminar el conocimiento anula el divorcio de las dos culturas aludidas por –b– C.P Snow (1956): las humanidades y las ciencias. La divulgación científica a través de formas narrativas representa un ejemplo de las posibles bondades de un enfoque dialéctico entre ciencia y arte, así como una poderosa herramienta para la diseminación de la ciencia.

En este capítulo proponemos que una interesante alternativa para conectar al público con la ciencia es el uso de medios culturales, en particular los vehículos narrativos como la novela, el cuento, el teatro, los multimedios y en particular para el caso mexicano, la historieta ilustrada.

Introducción

CIENCIA Y SOCIEDAD

La ciencia forma parte de nuestra cultura –c– (Gregory y Miller, 1998). La cultura científica y tecnológica se ubica en el centro del debate de la sociedad contemporánea –d– (Op. Cit.). De acuerdo con estos autores, en la actualidad, el monumento erigido por la ciencia es considerado uno de los mayores logros del intelecto humano. Es por ello que la ciencia y la tecnología se han ganado un lugar junto a otros campos de la cultura como la música, la literatura y otras formas de arte.

La cultura científica y tecnológica es una combinación de conocimientos, habilidades y actitudes. En primera instancia, el conocimiento es adquirido en la educación básica dentro del aula. Posteriormente, 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.). En una sociedad tecnologizada como la contemporánea, el conocimiento en dichas áreas puede ser visto como una habilidad indispensable para la vida cotidiana, así como una herramienta básica para desarrollarse y sobrevivir como ciudadano funcional capaz de producir, decidir y crear. La cultura científico-tecnológica se expresa mediante el discurso, el comportamiento crítico frente al cambio, las acciones y la toma de decisiones del individuo. La cultura científica y técnica es indiscutiblemente un factor esencial para la formación de nuestra identidad individual y colectiva –e– (Gregory y Miller, 1998).

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

En prácticamente todo el mundo, la ciencia ha sido considerada parte esencial de la educación básica y de la cultura. La ciencia se ha convertido en una pieza fundamental del legado humano y, por tanto, forma parte de nuestra cultura general. Bajo esta premisa, es derecho y responsabilidad del ciudadano tener conocimientos científicos –f– (Popli, 1994).

Un gran número de las decisiones políticas públicas de un país involucra conocimiento científico. En nuestros días, una democracia sana necesita de un público con un amplio conocimiento de la ciencia. Por una parte, un ciudadano funcional debería ser capaz de apreciar el valor de la ciencia y su contribución a nuestra cultura, y, por la otra, de comprometerse y participar críticamente en temas y debates públicos que impliquen conocimiento científico –g– (*House of Lords Third Report*, febrero de 2000). Hay tres razones que hacen necesaria la alfabetización científica: la educación cívica, que permite al individuo participar en el debate público; la artística, que capacita al ciudadano para apreciar el aspecto estético del mundo (incluyendo el mundo natural y sus leyes) y la conciencia de la conexión entre la actividad intelectual y las amenazas (riesgos) que en la actualidad subyacen a esta actividad –j– (Hanzen y Trefil, 1993). El individuo alfabetizado científicamente puede ser definido como aquel que cuenta con el conocimiento necesario en esta área para entender temas públicos. El conocimiento consiste en una mezcla de hechos, vocabulario, conceptos, historia y filosofía.

Aparte del apoyo gubernamental, la ciencia es también financiada por la iniciativa privada. De esta manera el público, como consumidor, tiene el derecho de juzgar qué es digno de apoyo y qué no –h– (Durant *et al.*, 1989). De acuerdo con –i– McLuhan (1960), ser articulado y crítico en el manejo de información así como de los grandes temas contemporáneos es señal de una persona culta.

Practicar ciencia es diferente a usarla; la alfabetización científica atañe sólo a lo segundo. Para funcionar como ciudadano, necesitamos contar con cierto conocimiento sobre una variedad de temas científicos que se relacionan con nuestra vida cotidiana. A continuación presentamos la percepción de –k– Noel Gough (1993) sobre la educación científica:

El contenido de un programa de educación en ciencia debería estar estructurado de tal forma que su objetivo sea el habilitar al estudiante en el dominio de un mundo tecnológico. Los estudiantes deberían contar la información necesaria para entender y dar solución a todo aquello que la ciencia y la

tecnología afecta en la vida cotidiana. Esto significa que la química para hacer cemento, la nutrición para la salud corporal, la física de un refrigerador, la biología del embarazo, y mucho más, debería constituir parte de la formación integral del estudiante.

De la idea de que el público debería ser provisto de una cierta suma de conocimiento científico para sobrevivir en un mundo tecnológico, surgen dos preguntas que deben ser analizadas: ¿cuánta ciencia y qué tipo de ésta es necesaria? –l–Popli (1994) expresa esta misma idea como ¿cuál es el conocimiento mínimo de ciencia y tecnología que cada hombre, mujer y niño debería poseer y entender, sin importar quiénes son, a qué se dedican y dónde o cómo viven?

La respuesta a la pregunta anterior no es simple y su complejidad radica en que existen diversas visiones en las distintas sociedades sobre el papel que la ciencia y la tecnología deben jugar. Estas diferencias propician el debate sobre preguntas fundamentales como: ¿quién decidirá qué y cuánta ciencia es necesario inculcar en el público: científicos profesionales, hombres de negocios, educadores, o ciudadanos comunes por sí mismos? ¿Cómo es que la ciencia interactúa con sistemas de conocimiento tradicional, creencias sociales y prácticas? ¿Es el propósito de la alfabetización científica hacer a la gente más receptiva y dependiente de los productos de la ciencia y tecnología? O, por el contrario ¿es que ésta debe ofrecer medios para que la gente se cuestione cuáles de estos productos y tecnologías en realidad resultarán en la degradación de su vida y su ambiente?

Jurdant nos conmina a retroceder un poco y replantearnos ¿por qué insistimos en hacer que la gente se interese en algo en lo que no lo está? El público debería estar expuesto a la ciencia, pero no forzado a ella. La gente está interesada en temas (tales como la comida orgánica, los alimentos genéticamente modificados, el calentamiento global, enfermedades como la “fiebre aftosa”, “fiebre aviar” y la “vaca loca”), pero no necesariamente en la ciencia en general –m– (Jurdant, 1999). En este mismo sentido, –n–Popli (1994) propone que existen otros

aspectos de la alfabetización científica, que no necesariamente están estipulados en un temario y que no forzosamente tienen un valor estrictamente utilitario. Por ejemplo, satisfacer la curiosidad del público debería ser considerado también como un objetivo de la alfabetización científica.

En su análisis sobre el tema de la alfabetización científica Popli concluye que no puede haber un concepto único de alfabetización científica aplicable para todo grupo humano y que el contenido de cada programa, para una comunidad determinada, debería ser modulado dependiendo de las tradiciones sociales, las ideologías que prevalecen y las circunstancias socio-económicas y políticas de la comunidad en cuestión. El trabajo de Popli deja claro que las respuestas a las preguntas originales: “¿qué y cuánta ciencia necesita en realidad saber el público general?” dependen de cada sociedad específica. Por tanto, no hay un temario simple que pueda cubrir los requerimientos de todo grupo humano.

Supongamos que ha sido elegido el temario para la alfabetización científica de un país o sociedad particular. Existen dos formas de lidiar con el problema de su implementación: primero, para aquellos que se encuentran todavía dentro del proceso educativo en instituciones de educación, la información puede ser transmitida a través de nuevos cursos de estudio. El punto de partida más importante para mejorar la comprensión de la ciencia es, sin lugar a dudas, una adecuada educación científica en la escuela –o– (Reporte Bodmer en *Science and Public Affairs*, 1987). En gran medida, las actitudes públicas hacia la ciencia están determinadas por el modo en que ésta es enseñada en las escuelas. Hoy en día, la escuela es el sitio donde, por primera vez, gran parte de la población tiene contacto con una instrucción y explicación formal de la ciencia, al menos de manera sistemática. Las semillas del interés por la ciencia son sembradas en el individuo durante la educación primaria. En gran medida lo que se le enseña en este primer encuentro determinará su visión en la vida adulta. La educación en la escuela es crucial para restablecer la relación entre la ciencia y la sociedad –p– (*House of Lords Third Report*, febrero 2000).

Segundo, para aquellos en quienes el sistema educativo fracasó (abandonaron los estudios o su educación en el tema fue defectuosa o insuficiente) o que tienen la

necesidad actualizar sus conocimientos (la información no estaba disponible durante sus años de estudio), la información debe estar disponible en otras formas –q– (Hanzen y Trefil, 1993). Esos otros medios son los que atañen a la divulgación científica.

Hay varias diferencias entre la educación científica y la divulgación de la ciencia en términos de público, tema, modo de entrega, agenda e instituciones involucradas. A pesar de las diferencias, la educación científica y la divulgación de la ciencia tienen varios puntos en común. Los objetivos generales de la educación científica y la divulgación de la ciencia (alfabetización científica) son análogos y el problema para comunicar, representar y recrear la ciencia en una forma comprensible, memorable y recreativa son también similares. El objetivo de ambas es diseminar la ciencia; en sentido amplio, las dos persiguen el ideal del individuo armado con el “método científico”.

LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA A TRAVÉS DE MEDIOS CULTURALES

Los libros de texto de ciencia (textos fácticos o representaciones paradigmáticas) han tenido una posición privilegiada sobre otros medios en la transmisión de la ciencia –r– (Gough, 1993). Sin embargo, la ciencia y la tecnología están presentes en una gran variedad de medios de comunicación como radio, televisión, noticias, revistas, música, cine –s1–s2–s3–s4– (Gough, 1993; Appelbaum, 1995; Weinstein, 1998; Weaver, 1999), y en una gama de formas narrativas como la literatura de ficción, el teatro y el cómic. Si nuestra intención es educar a la sociedad en ciencia (conocimiento científico) y sobre la ciencia (cómo se produce la ciencia y cuáles son las implicaciones de la actividad), como –t–Nunan y Homer (1981) proponen, debemos considerar todos los medios culturales en los que la ciencia es presentada. Todos ellos constituyen expresiones culturales de la ciencia en nuestra sociedad, así como receptáculos de conocimiento científico y recursos importantes para la divulgación y la educación científica.

La divulgación científica no es original en la información fáctica que transmite, pero sí lo es en el modo en que presenta y recrea dicha información, lo que

constituye un desafío importante para la disciplina. Existen respuestas afectivas, tales como el disfrute, las cuales pueden, a su vez, evocar sentimientos y actitudes positivas que conducen a encuentros profundos con la ciencia. La idea de que una experiencia pueda ser divertida tiene consecuencias benéficas sobre el aprendizaje. Por lo tanto, el disfrute es un componente muy deseable de la divulgación científica. Puede ser descrito como una experiencia placentera con la ciencia, como una forma de arte o de entretenimiento –u– (Burns *et al.*, 2003.) Muy rara vez, o nunca, ocurre la comprensión sin que exista la motivación para aprender. El disfrute y el interés son motivaciones muy poderosas que permiten lograr una comunicación científica exitosa a través de diferentes medios masivos, especialmente por medio de la comunicación científica informal –v– (Gough, 1993). Existe una gran variedad de exhibiciones en museos, ferias científicas, películas, televisión, así como programas de radio, obras de teatro y literatura de ficción (incluyendo el cómic) que prueban que la ciencia puede ser comunicada de manera innovadora para garantizar, por un lado, que la información sea exacta y confiable y, por otro, que se genere interés, disfrute y comprensión –w1–w2–w3 (Appelbaum, 1995; Weinstein, 1998 y Weaber, 1999).

LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA A TRAVÉS DE FORMAS NARRATIVAS

La narrativa es parte del discurso científico. Los filósofos y los sociólogos de la ciencia concuerdan en que la eficacia de los escritos científicos proviene, cuando menos en la misma proporción, de las estructuras narrativas y de su organización lógica –x– (Harre *et al.*, 1999). En el discurso científico, la narrativa, la cual aparece en una variedad de formas, constituye un marco lingüístico, psicológico, social y filosófico para explicar la realidad.

La narrativa representa un medio importante de la comunicación científica para transmitir y recrear la información de manera precisa, comprensible, memorable y disfrutable. El conocimiento narrativo es más que una expresión emotiva: es una forma legítima de conocimiento razonado. Ésta es la interpretación de –y–Bruner (1990), quien denominó cognición paradigmática al modo de conocimiento lógico- científico tradicional, mientras que al conocimiento de historias lo llamó cognición narrativa. Estos dos modos proveen diferentes maneras de organizar la

experiencia, construir la realidad y comunicar el conocimiento. Son, al mismo tiempo, complementarios y no pueden ser reducidos uno al otro. Mientras que el conocimiento paradigmático se enfoca en lo que existe en común entre dos objetos, el conocimiento narrativo se centra en las características particulares y especiales de las acciones. La acción humana es el resultado de la interrelación entre el aprendizaje previo, la experiencia, y las expectativas presentes y futuras. Continuamente se ha señalado al conocimiento paradigmático como el único modo cognitivo para la generación y transmisión de conocimiento. Sin embargo, aunque la idea de la existencia de más de una forma de racionalidad ha sido ignorada por mucho tiempo, estos dos tipos de racionalidad han sido parte de la cultura humana desde hace muchos siglos –z– (Polkinhorne, 1988). En la actualidad varios científicos opinan que tanto la cognición paradigmática, como la narrativa, generan conocimiento útil y válido y que ambas son parte del repertorio cognitivo para razonar y darle sentido a la realidad –a’– (Gardner, 1983). Mientras que el conocimiento paradigmático se construye en palabras individuales que nombran un concepto, el conocimiento narrativo se mantiene en historias entramadas. Las memorias registradas como historias mantienen la complejidad de la situación en la que se llevó a cabo la acción, así como su significado emocional y motivacional. Una serie de experiencias narrativas provee la base para entender nuevos episodios de acción por medio de la analogía.

La narrativa y, en particular, los cuentos tienen varias características que los hacen memorables, comprensibles y disfrutables. Aunado a su valor estético, los recursos narrativos (tropos) pueden funcionar como instrumentos mnemónicos y ayudar a nuestra comprensión al organizar la información y también funcionan como modelos para darle sentido de la realidad. El ritmo y la rima son ejemplos de instrumentos mnemónicos incluidos en la literatura de ficción. Además de su sonido agradable, inducen el recuerdo y la adivinanza de elementos olvidados. Otros mnemónicos son las imágenes literarias. Éstas representan ayudas efectivas para almacenar y recuperar la información de la memoria, así como una manera de organizar la información, además de ser un recurso narrativo con valor estético. La sorpresa y el humor también son elementos mnemónicos, además de

su función original, trabajan como disparadores de la memoria de largo plazo (potenciación de largo plazo).

Las metáforas también son instrumentos narrativos fundamentales. Representan modelos conceptuales que nos permiten percibir, aprehender, construir y comunicar el significado de la realidad. Los cuentos evocan la imaginación y ésta a su vez está asociada o acompañada por la atención, la emoción y la práctica, tres elementos importantes para el procesamiento y el aprendizaje de la memoria de largo plazo.

Aunque existen buenos ejemplos de exposición de la ciencia a través de formas narrativas en obras literarias del pasado (*Frankenstein* de Mary Shelley, *La Isla del Doctor Moreau* de H. G. Wells, *Fahrenheit 451* de Ray Bradbury y *El Paraíso Perdido* de Arthur Conan Doyle), actualmente está resurgiendo la idea de que la ficción y las narrativas desempeñan un papel esencial en los procesos intelectuales del pensamiento. La investigación en el área de las narrativas y del discurso figurativo ha obtenido lecciones fundamentales de la cognición narrativa y de sus implicaciones en la educación y en la comunicación. De acuerdo con – b’–Gardner (2001 y 2002), dentro de la teoría de las inteligencias múltiples, una manera para presentar y comunicar con éxito asuntos complejos es precisamente a través de las narrativas. Los cuentos son atractivos para personas de todas las edades y condiciones. Es evidente que literatos contemporáneos, pertenecientes a una nueva generación de escritores de ciencia popular (ej. Simon Singh, Tom Stoppard, Michael Frayn y Dan Brown), están dirigiendo su mirada hacia la narrativa y la ficción como medio para recrear la ciencia. Con este nuevo giro han comenzado a reconstruir el puente que une las viejas dos culturas –c’– (Snow, 1956), ofreciendo al público un pasaje seguro hacia al conocimiento científico. La narrativa provee de una herramienta precisa para representar y transmitir conocimiento, un detonador emocional efectivo, una estructura mnemónica del largo plazo y un potenciador importante para el aprendizaje –d’1–d’2– (Negrete y Lartigue, 2004; Negrete, 2005). Presentar información científica a través de cuentos, novelas, teatro e historietas ilustradas debería ser considerado como un recurso importante para la disseminación de conocimiento en el repertorio de los divulgadores científicos.

EVALUACIÓN DE LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA A TRAVÉS DE MEDIOS NARRATIVOS

Los productos de la comunicación científica son el resultado del acto de comunicar ciencia. Aunque es posible tener cierta idea de qué “productos” han sido exitosos y cuáles no, en realidad, es difícil evaluar el efecto de un cierto producto divulgativo en el “mundo real”, en contraste con un evento que ocurre en condiciones controladas de investigación dentro de un laboratorio. Para el estudio de los efectos de la divulgación de la ciencia se requieren herramientas del área social más que de las ciencias exactas –e’– (Burns *et al.*, 2003).

Un gran esfuerzo se ha invertido en generar productos para la divulgación científica, pero ¿cuánto aprende el público de cada uno de estos esfuerzos por divulgar la ciencia? Ésta es una pregunta central que “debe” ser abordada. Algunas organizaciones están encaminando sus esfuerzos hacia la evaluación de productos divulgativos como una forma efectiva de retroalimentación. Para los grupos involucrados en la divulgación científica, la evaluación tiene cuatro beneficios: (i) prepararse para la evaluación provee de retroalimentación, antes del evento o presentación del material, en aquello que se pretende lograr; (ii) proveer información sobre los resultados de un evento, la recepción de un material dado y las sugerencias para el mejoramiento (éxito no sólo en términos de asistencia sino en términos de comprensión, aprendizaje y apreciación reportada por el público); (iii) ayudar a conocer mejor al público –f’– (C.O.P.U.S., 2002) y (iv) proveer evidencia cuantitativa y cualitativamente (datos) del éxito de la intervención. Claramente es necesaria más investigación en esta área, ya que la información resultante de esas evaluaciones nos proporcionara valiosa retroalimentación para juzgar el trabajo ya comenzado y por comenzar.

La mayoría de los estudios cuyo objeto es la ciencia presentada a través de los medios se han enfocado en periódicos y programas de televisión ya que éstos representan la forma más fácil, en términos de tiempo y dinero, para estudiar un medio masivo de comunicación –g’– (Gerbner *et al.*, 1981). No obstante, existen otros medios importantes para divulgar la ciencia y poco se ha reportado sobre éstos –h’– (Op. cit.). Éste es el caso de la narrativa.

Más aún, casi toda la evaluación de la transmisión efectiva del conocimiento científico se realiza por medio de pruebas de conocimiento y comprensión factual –i’– (Gregory y Miller, 1998), pero ¿cuánto puede aprender la gente a través de formas narrativas? Es importante abordar esta pregunta. Por lo tanto, además de analizar las historias como un mensaje, es fundamental medir el efecto de las narrativas en los lectores (receptor).

La memoria es una posible manera de evaluar el aprendizaje –j’– (Stenberg, 2003) y, por lo tanto, de medir la comunicación exitosa de la información. Estudiar qué tan memorables son diferentes maneras de presentar la información es una tarea fundamental para la comunicación científica para poder evaluar materiales que no sólo necesitan ser comprendidos por el público en general, pero también deben ser retenidos en la memoria de largo plazo, como parte del proceso de aprendizaje. Un método que logra este doble propósito es el método RIRC (siglas para las palabras en inglés: retell, identify, remember y contextualise), el cual incluye la aplicación de cuestionarios para medir la cantidad de conocimiento recordado y aprendido por individuos a quienes se les presentó información científica en formato narrativo, en comparación con otros textos que contenían información científica factual (paradigmática) –k’– (Negrete, 2005). Este método también incluye variables que reflejan los diferentes niveles de la comprensión. El método RIRC incorpora diversas tareas de memoria que abarcan a la memoria implícita y explícita. Mientras que la memoria explícita implica un recuerdo consciente, el funcionamiento de la memoria implícita es facilitado por experiencias que no son recordadas de manera consciente ni deliberada –l’– (Stenberg, 2004).

Las diversas tareas para medir memoria involucran distintos niveles de comprensión y aprendizaje. Aunque la memoria de reconocimiento es generalmente más efectiva que la de reproducción –m’– (Standing y Haber, 1970), esta última normalmente implica niveles más profundos de aprendizaje. El método RIRC analiza cuatro tareas de memoria: recuento, identificación, recuerdo y contextualización (RIRC). De este modo, son analizadas tres habilidades de reproducción (recuento, identificación, recuerdo) y una medida de las habilidades creativas (contextualización). Este método también permite

evaluar la eficiencia de distintos modelos narrativos en la retención de información a lo largo del tiempo.

Como se ha mencionado anteriormente, no es suficiente generar productos para la divulgación de la ciencia. Es necesario evaluar cuánto está el público obteniendo de ellos en términos de información y de disfrute. No es suficiente registrar la asistencia o si el público sonrió o no, éstas no son medidas de éxito en la comunicación o estimadores claros del disfrute. Es necesario diseñar y aplicar encuestas, cuestionarios, entrevistas y establecer dialogo con el público –n’– (Lewenstein, 1995) para obtener información confiable sobre el efecto de los productos de divulgación científica. Es importante insistir en que los medios culturales son también susceptibles de ser evaluados en cuanto a sus capacidades comunicativas y que esto los transforma en alternativas serias e interesantes tanto para las instituciones relacionadas con la diseminación de la ciencia como para los divulgadores de ésta.

EL USO DE LA NARRATIVA EN LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA EN MÉXICO

NIVEL EDUCATIVO EN MEXICO

México cuenta con una población total de aproximadamente 100 millones de habitantes –o’– (INEGI, 2005). En términos de educación el grueso de la población no rebasa los ocho grados de educación básica: 7.6 en el caso masculino y 7.1 para las mujeres –p’– (*op. cit.*, 2001) De cada 100 habitantes mayores de 15 años, 11 mujeres y 7 hombres son analfabetas –q’– (INEGI, 2006)

La UNESCO recomienda la lectura de 4 libros anuales por persona para garantizar un nivel adecuado de cultura y desarrollo social. En México el promedio per cápita de lectura es inferior a un libro por año–r’– (Marcín, 2005). Estudios recientes muestran que cerca del 40% de la población mayor a los 15 años leyó menos de un libro por año –s’– (CONACULTA, 2004).

Aunque México es un país donde el promedio de lectura es bajo, dada la población total del país, el número de lectores es considerable. Lo que el público

mexicano en su mayoría lee son textos superficiales y desechables –t’– (Malvido, 1993). Evidencia de ello son los altos tirajes de revistas cuya temática engloba chisme de la farándula, moda e historietas con temas ordinarios (sexo, historia policíaca o referencias al viejo oeste). Estas publicaciones son leídas por un número mayor de lectores de lo que los tirajes reflejan, ya que cada ejemplar es compartido (leído) por varios individuos–u’– (*op. cit*) .

México cuenta con 4 librerías por millón de habitantes. En contraste Colombia posee 7, Brasil 9 y Argentina 22 librerías por millón de habitantes –v’– (Woll, 2004). Estas cifras ubican al país en una situación de desventaja con respecto a países con economías similares dentro de América latina. Es evidente que México requiere, por una parte, fomentar la lectura y, por la otra, diseminar la cultura a través de medios alternativos ya enraizados en la cultura nacional.

Finalmente, en el caso del conocimiento científico, el grueso del público mexicano no cuenta con una alfabetización mínima en esta área de conocimiento –w’– (del Valle, 2005). Por ejemplo, la OCDE revela que menos del 1% de la población mexicana tiene buenas habilidades matemáticas (considerando a las matemáticas como parte de las responsabilidades de la divulgación científica) para competir en ámbitos internacionales –x’– (*op. cit*).

Como hemos subrayado anteriormente, el uso de medios culturales podría representar un camino para aminorar las deficiencias educativas del país y promover la alfabetización del mexicano promedio en distintos campos de conocimiento incluyendo la ciencia. La narrativa y en especial el cómic representan, dados los hábitos de lectura del ciudadano promedio, un nicho interesante para divulgar conocimiento.

EJEMPLOS DE DIVULGACIÓN EN MÉXICO A TRAVÉS DE LA NARRATIVA Y EL CASO PARTICULAR DEL COMIC

En este apartado presentamos una breve semblanza de autores mexicanos que han incursionado en la divulgación de la ciencia (o que han incluido temas científicos como elemento central de sus obras) a través de formas narrativas. Todos ellos incorporan narrativa y ficción en su obra, ofreciendo al público en general un pasaje confiable y atractivo hacia el conocimiento científico. La segunda parte de esta sección sobre narrativa se centra en la discusión del cómic (historieta ilustrada) como ejemplo de un medio cultural narrativo atractivo para la disseminación de la ciencia en México.

I Novela y Cuento

Dentro de la amplia gama de narradores contemporáneos en México existen ejemplos interesantes de escritores que han incluido a la ciencia como tema o como un elemento central en sus obras. En la novela destacan Bruno Estañol formado en medicina (neurólogo). En *La conjetura de Euler* (2005), su última novela, presenta una ficción donde evoca la figura del matemático Leonard Euler, narrado por un enciclopedista francés. En esta obra Euler postula una demostración matemática de la existencia de Dios. Otras de sus obras son: *Passiflora incarnata* (2003); *La esposa de Martin Butchell* (1997), colección de cuentos; *El telar encantado* (1994), *El fétetro de cristal* (1992) novela corta sobre epistemología; *Fata Morgana* (1987); *Bella dama nocturna sin piedad: antología de cuentos*, obra filosófica; *La vocación condenada*, a propósito de la epistemología; *La barca de oro*, que se centra en ontología así como *El telar encantado*, sobre la mente humana y el cerebro.

Pedro Bosch Giral, especialista en física es también un interesante narrador. En sus volúmenes de cuentos *La Zeolita: una piedra que hierve* (1988) en coautoría con Isaac Schifter y *El carbono: cuentos orientales* (1995) coautor de Graciela Pacheco presenta una prosa narrativa que es, por una parte, amena así como entretenida, y por otra, conserva objetividad en los aspectos científicos. En el primer caso, hace hincapié en la relevancia de la zeolita con la vida cotidiana del

hombre. De la zeolita, por ejemplo, el autor informa a través de la narrativa que se trata de un compuesto que sirve para aminorar los efectos nocivos de los detergentes. En el segundo da voz a Scherezada, la mítica narradora de *Las mil y una noches*, para contar historias sobre el carbono y así sobrevivir a la muerte. Otras de sus obras son *Pioneros de las ciencias nucleares* (1995) de tono biográfico que implica personajes relacionados con la radioactividad; *Las matemáticas, perejil de todas las salsas* (1999), meditación sobre la importancia de las matemáticas en la vida diaria. Además *Fuego en el alma y en la vida inferno* (2000) cuyas implicaciones son la resolución de un enigma-crimen que relacionan al hombre con el fuego.

Julio Frenk fue formado en medicina y sociología. En *Triptofanito* (1994) diseña una narrativa de aventuras con trama médica y fisiológica. En ella habla de los aminoácidos y su relación con el cuerpo humano. Los aminoácidos son tratados como personajes y voceros-participantes que explican amablemente al lector una serie de procesos y funciones del cuerpo humano.

Juan Manuel Ruisánchez Serra, matemático y literato, es autor de la colección de cuentos matemáticos *Del infinito al vacío* (2005). Ruisánchez sostiene la idea de contar una historia (con tema matemático) para romper con el tedio que ésta ciencia genera en el público en general, “para generar en el público un cambio de actitud hacia la materia”. Esta propuesta cuentística abarca conceptos de conjuntos infinitos, la paradoja de Russell, geometría no euclidiana, los puentes de Königsberg, teorema de cuatro colores y otros temas abstractos de las matemáticas.

Por último debe resaltarse la labor de Ana María Sánchez Mora formada en física y literatura. Es autora de cuentos, novelas y drama. En *Relatos de ciencia* presenta una serie de cuentos con contenido científico que recrean información de la física y la química a través del diálogo de personajes ofreciendo con ello al lector la posibilidad de construir o recrear el conocimiento en compañía de éstos. Es interesante remarcar que Sánchez hace uso de la forma narrativa que se aproxima más a lo que el modelo contextual de divulgación de la ciencia propone, es decir, un público involucrado a través del diálogo (en este caso, entre personajes) y la

construcción conjunta del conocimiento (lector involucrado) en un terreno común (la estructura narrativa de la historia).

Las colecciones editadas por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Secretaría de Educación Pública (SEP), Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICYT) representan también interesantes ejemplos del uso de la narrativa en la divulgación científica.

La Colección *Viaje al centro de la ciencia* es una serie de publicaciones editadas por CONACULTA y ADN Editores (editorial enfocada en la divulgación de ciencia y técnica). De manera genérica aborda temas sobre biología, física, química y matemáticas. Se trata de narrativas de tipo cuento o novela breve donde se abordan temas varios sobre ciencia. La colección abarca diez años (1993 a 2003) donde aparecen los trabajos reunidos de diferentes científicos y divulgadores. En la mayoría de sus volúmenes aparece un glosario, además de lecturas recomendadas y/o bibliografía comentada, así como esquemas, que facilitan la comprensión del lector no especializado.

Dentro del tema de biología, Agustín López Munguía Canales en *Alimentos: del tianguis al supermercado* narra una historia de la alimentación en tiempos prehispánicos, y en *Alimentos transgénicos* aborda el impacto social y ambiental que tiene este tipo manipulaciones en el entorno alimenticio; *¿Qué onda con el sida?* de Blanca Rico y Patricia Uribe es una reflexión partiendo de experiencias sobre esta enfermedad; *¿Cómo se contagian las enfermedades?* de Alberto Palacios Boix aborda de manera histórica situaciones médicas sobre las enfermedades; Mónica Lavín en *Planeta azul, planeta gris* genera un relato de estudiantes de preparatoria para enfatizar problemas ecológicos contemporáneos; Nemesio Chávez Arredondo en *Evolución: el río de la vida* se centra en la evolución de los organismos, incluido el género humano; en *Automedicación y medicinas alternativas* de Mario Méndez Acosta, a través de un ámbito médico, resalta la importancia que tienen la salud y educación; finalmente, Alejandro

Garcíarrubio Granados en *El genoma humano* debate sobre los estudios del genoma y su implicaciones en la historia del pensamiento.

A propósito de la física, *Mosaico tecnológico* de José de la Herrán es un recuento biográfico y una relación de inventos sobre la mecánica; en *Cuentos cuánticos*, Sergio de Régules Ruiz-Funes presenta una historia narrada de la mecánica cuántica; Miguel Ángel Herrera Andrade en *El origen del universo* se centra en la teoría del *Big Bang* en una historia de astronomía; *El beso virtual* de Juan Tonda Mazón sintetiza, a través de una interesante narrativa, la historia del láser; Carlos Chimal en *La escalera del universo* aborda cómo el tema del microcosmos tiene implicaciones en las grandes escalas, reflexiona sobre la constitución de la materia y lo más pequeño; *La manzana de Einstein* de Francisco Noreña Villarías es un relato donde se redescubre a Einstein y se repasa la Teoría de la Relatividad; *La bomba y sus hombres* de Horacio García Fernández involucra una meditación sobre la ética de la física y química por el uso de la ciencia en tiempos de guerra.

En temas químicos, Horacio García Fernández en *Bioteología: la lámpara de Aladino* se centra en la reflexión de cómo mejorar la calidad de los alimentos, y en *Las huellas del átomo* su narración tiene como eje una serie de charlas con científicos de diversas disciplinas; *La casa química* de José Antonio y Rodrigo Chamizo es un relato sobre la explicación cotidiana que tiene la química en la vida; *Bájate de mi nube electrónica* de Plinio Sosa Fernández es una historia donde se mezcla ciencia y música. Finalmente, en el campo de las matemáticas Edgar Gómez Marín en *Esto es el caos* presenta la teoría del caos empotrada en una historia amorosa.

Por otro lado, la *Colección Básica del Medio Ambiente*, editada por SEMARNAT y SOMEDICYT, tiene como objetivo acercar a los lectores jóvenes con la educación ambiental. *Cosas del ruido y algo más* de Ernesto Márquez Nerey abarca temas sobre física y el medio ambiente; Gloria Valek Valdés medita sobre la destrucción de los recursos naturales en *Una voz en un planeta único*; Edith Polanco Jaime en *El narrador de prodigios* comenta temas ecológicos en tiempos de los aztecas; *Claudia: un encuentro con la energía* de María Trigueros y Ana María Sánchez es una narración sobre la historia de la energía; Guillermo

Bermúdez en *El taco nuestro de cada día* aborda una historia sobre el desafío ambiental contemporáneo; *Herederos de la Tierra* de Arcadio Monroy Ata es una proyección hacia el futuro sobre temas de información y robots; Mónica Lavín en *La nube de Magritte* ilustra la misión de la investigación en la cruzada del equilibrio ambiental y desarrollo sostenible. José Luis Zárate en *Ventana 654: ¿cuánto falta para el futuro?* relaciona ciencia con los videojuegos en una trama misteriosa y de terror.

La Secretaría de Educación Pública (SEP) en su colección *Libros de Rincón* aborda temas relacionados con fenómenos naturales y ecología. Fedro Carlos Guillén sobre la contaminación; de la lluvia por Estrella Burgos; Blanca Rico Galindo a propósito de la sexualidad; la respiración de Luci Cruz Wilson; Juan Tonda sobre los terremotos; los huracanes de Ernesto Márquez Nerey o, en coautoría Lena García Feijoo y Horacio García Fernández de los incendios. El esfuerzo de estos autores es acercar al público a la comprensión de la participación humana en los fenómenos naturales.

La revista *¿Cómo ves?* es una colección editada por la UNAM y está especializada en la divulgación científica. Su origen se debe a la demanda interna del alumnado de esta institución de la publicación de temas científicos no disponibles en publicaciones de divulgación comerciales. Esta revista incorpora de manera intermitente espacios para la creación narrativa con contenido científico.

Adicionalmente a lo antes expuesto existen algunos otros autores que vale la pena revisar. Tales son los casos de los cuentos de José Luis Sánchez Birbiesca con “La verdad absoluta” que abordan el tema de los riesgos de la tecnología; por otro lado está la investigación de operaciones en la medicina de José Negrete Martínez en la novela *Un paciente difícil*; Carlos Chimal en el libro *El viajero científico* donde hace un recuento sobre personajes y objetos de la ciencia; Jorge Volpi en la novela *En busca de Klingsor* donde explora tanto conceptos como la historia de la física cuántica; Carlos López Beltrán con el cuento *Genealogías* y Aquiles Negrete Yankelevich cuya historia sobre artrópodos cibernéticos “Cuca”, explora

a través de la ficción las posibles aplicaciones de las implantaciones de chips en organismos vivos.

II Teatro

Aun cuando el drama es raramente publicado en México (y en el mundo), dentro de este género narrativo existen también algunos ejemplos interesantes de obras con contenido científico que han sido presentadas en museos de la ciencia y foros públicos en México. Algunas de ellas han permanecido en cartelera por más de dos años. Ejemplos interesantes de puestas en escena en el museo Universum-UNAM son:

“Un sueño loco y Alicia otro poco” que toma como tema la vida y obra de Isaac Newton. Otro es “Circo Maroma y Burbujas”, obra que aborda el tema del comportamiento de los fluidos (líquidos jabonosos y pompas de jabón). La obra “Sopa de Quarks” de Ana María Sánchez y María Trigueros presenta, en un ambiente circense, el paralelismo entre las teorías de los episodios subsecuentes a la formación del universo y el asunto cotidiano de la preparación de una sopa; “Crepas de Energía” es una obra también de Ana María Sánchez y María Trigueros. En esta historia, la física y la cocina también se entreveran. El público participa activamente (obra interactiva). Al mismo tiempo que éste y los actores circulan en el escenario, se llevan a cabo experimentos científicos, utilizando los utensilios que normalmente se encuentran en una cocina.

Cabe también mencionar “Realmente Fantástico”, en la cual se muestra el mundo fantástico que representa la ciencia para los niños, mediante la mezcla de ficción y realidad; “La Historia de Todo” analiza temas de cosmogonía científica y evolución de la vida. Es una historia de marionetas fluorescentes en cámara negra; “Sombra del Lobo” tiene como trama la vida de un lobo que es domesticado. Al igual que la anterior, tiene el recurso de oscuridad y florescencia. Otras obras importantes son: “Artrópodo Barulla” (marionetas) de Carmen Sánchez; “Triptofanito” (temas fisiológicos) en adaptación de Andrés García; “Consulta dental ambulante” (teatro itinerante sobre el tema de la higiene dental) de Ana María Sánchez y tocando el tema de la fotosíntesis; “El Poder de las Plantas” (entremés cómico-científico).

III Multimedia

Los multimedios interactivos son raramente considerados como medios narrativos. No obstante, en sentido estricto, varios de ellos lo son ya que contienen historias. Algunos ejemplos, emprendidos por DGDC-UNAM (Dirección General de Divulgación de la Ciencia), en México son los siguientes:

“El Tomatito”, viaje del jitomate desde su origen en el Perú hasta México y Europa. Es una narrativa donde se reseña la importancia económica del tomate. Aborda temas como la importancia alimentaria, historia, plagas y enfermedades de la especie.

“Formulación de Hipótesis“ es una historia decimonónica desarrollada en la ciudad de Londres durante las grandes epidemias del cólera. La bacteria *Vibrio cholerae* se disemina rápidamente en lugares faltos de higiene y donde hay carencia de agua potable. El objetivo de este multimedia es encontrar la solución de un “rompecabezas” por medio de la recreación de aquello (estudios, procedimientos, análisis, etc.) que llevó a cabo el médico de la época, John Snow, para erradicar la epidemia. El análisis y la historia se desarrollan en una pequeña área de la capital inglesa (unas cuantas manzanas). El programa consiste en un juego detectivesco donde se evalúan aspectos topográficos y probabilísticos. El objetivo es elegir una de las dos hipótesis que planteó el galeno de ese tiempo, la cual en la realidad aportó una solución para evitar las muertes masivas de la época. La estructura del multimedia es interesante pues motiva al lector a una dinámica de entrevistas interactivas y éstas son contrastadas con las hipótesis planteadas por Snow. Con cierta información y argumentos se van descubriendo elementos para optar por la respuesta correcta.

Finalmente, cabe señalar otras obras multimedia que también incluyen narrativa como “Igualación de color, historia de Julia” (DGDC-UNAM); “Estudio del arqueólogo” (DGDC-UNAM); y “Lotería, ¡Caja de sorpresas mexicanas!” DGSCA-UNAM (Dirección General de Servicios y Cómputo Académico). Esta última destaca por abordar la historia del uso de plantas medicinales así como de la biodiversidad y la extinción de especies en México.

IV El Cómic (historieta ilustrada)

De los años cincuenta a los setenta, el cómic tuvo una gran vitalidad, según—y*’ — Herner (1979). En la década de los setenta se vendían alrededor de setenta millones de historietas y fotonovelas al mes. Aunque algunos de los trabajos de Gabriel Vargas comienzan antes de la década de los cuarenta con “Superlocos” (1938 y editado primero en la revista Pepín); y antes de los cincuenta con la “Familia Burrón” (1948); su influencia en los setentas fue sustancial. Con los años, los Burrón se convirtieron en los personajes más populares del cómic en México y llevaron a Vargas a obtener —z’— (Aurrecochea, *et al.*, 1993, p. 352) , en 1983, el Premio Nacional de Periodismo.

Por otra parte la historieta “Kaliman, el hombre increíble” (1965) llegó a vender 8,000,000 de ejemplares al mes —a’— (Herner, 1979). Ésta se transmitió por la radio y hasta el 2004 todavía se podían escuchar las narraciones sobre el hombre increíble.

Eduardo Del Río (Rius) dio un giro conceptual en la historieta pues logró expresar temas políticos y de reflexión a través de sus personajes —b’— (Del Rio, 1983):

La aparición de los Supermachos en 1965 constituyó una auténtica revolución en la historia del *comic* de nuestro país. Desarrollados con base en una peculiar combinación de historieta satírica de personajes y *comic* didáctico. Los Supermachos de Rius demostraron que el lenguaje de los monitos es perfectamente compatible con una crítica política no panfletaria y con la exposición antisolemne de contenidos educativos; pero, sobre todo, revelaron la existencia de un público dispuesto a recibir un tipo de *comic* adulto que en vez de embrutecer al lector apela a su inteligencia y lo obliga a reflexionar.

Así, Rius demostró que el cómic puede ser utilizado como recurso para educar tanto a jóvenes como a los adultos, tanto a obreros como campesinos. Con la historieta se pueden popularizar conceptos complejos como la “Teoría de la plusvalía” u otras. En la actualidad, a pesar de la miríada de historietas con argumentos poco críticos, gracias a la influencia de Rius, existe un grupo de historietistas dignas de mencionar: Ahumana, Apebas, Arias Bernal, Carreño, El Fisgón, Magú, Helioflores, Naranjo, Palomo, entre otros.

Durante el año 2005 la UNAM a través de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) produjo una serie de comic intitulada “FisiComics”. En ella se abordaron temas como Leonardo y la física en la medicina, Teoría del Caos y Hoyos Negros. Esta serie de historietas ilustradas fue una de las propuestas seleccionadas para celebrar el año internacional de la física.

Hoy en día, la historieta ilustrada o cómic es uno de los medios preferidos y el principal acceso a la lectura de millones de mexicanos. En 2002, los cómics representaron el 33.5% del total de publicaciones –c” (López Parra, 2003)–. En 2003, se publicaron mil 215 títulos con un tiraje de 512 millones de ejemplares –d” (CANIEM)–. El contenido editorial más demandado en este mercado corresponde a historias de corte sensacionalista, cómic y de relaciones amorosas. El libro semanal y el libro vaquero alcanzan, entre los dos, un tiraje anual de 41.6 millones de ejemplares por año –e”– (López Parra, 2004) situándose entre las 5 revistas semanales con más alta circulación –e*”– (Gutiérrez Rentería, 2001). El libro semanal tiene una longeva historia. Ha sido publicado de manera ininterrumpida desde 1952.

En la actualidad, en México, uno de los grandes problemas que enfrentan las instituciones gubernamentales es dar a conocer los programas y servicios que desarrollan a los públicos para los que fueron diseñados (problema análogo al de la divulgación del conocimiento científico). La definición de una política pública no es suficiente si se queda en el nivel de escritorio o se da a conocer a través de conferencias o trípticos, en donde se utilizan en su mayoría elementos técnicos y científicos que no son comunes a la gente beneficiaria. Ante ello, es indispensable que aunado a la definición e instrumentación de políticas públicas, el

conocimiento científico derivado de la investigación se dé a conocer de manera puntual a las personas que se beneficiarán directamente de él, utilizando para ello canales ideales de difusión, en su lenguaje, apelando a su vida cotidiana y con elementos que les sean comunes, a fin de lograr identidad y en consecuencia la memorización de lo que se representa. Para el caso mexicano es indispensable reconocer el nivel de analfabetismo y el poco interés por la lectura. El hecho de que el cómic tenga ya una gran aceptación por parte de un amplio sector de la población lo convierte en un medio muy atractivo para acceder a la población general. Por ejemplo, en el año 2000 la Secretaría de Economía utilizó al cómic como medio para dar a conocer el programa microcréditos, y los requisitos para acceder a este programa a través de dos historias de vida que reflejaron situaciones de la vida cotidiana. En el año 2004, a partir de un análisis de las estrategias de comunicación desarrolladas para la comunidad migrante, la Secretaría de Relaciones Exteriores estableció como prioridad para el desarrollo de sus campañas de difusión, el diseño de un cómic que permitiera hacer llegar los programas y servicios que ofrece la red consular mexicana en los Estados Unidos a la comunidad de mexicanos migrantes. En ambos casos, aunque hubo medidas indirectas de la popularidad y éxito de estas campañas, no existe información empírica disponible que muestre cuáles son los elementos narrativos de la historieta que favorecen la comunicación de contenidos específicos (comprensión y retención) por este medio.

Conclusión

La ciencia es parte de la cultura y tiene un papel importante en el conocimiento moderno. Existe la necesidad de una buena alfabetización científica para permitir al público en general lidiar con temas contemporáneos inherentes a un mundo tecnológico. En este trabajo proponemos que la narrativa es un vehículo importante para la divulgación de la ciencia.

Las representaciones paradigmáticas de la ciencia (libros fácticos no narrativos) han tenido una posición privilegiada sobre otros medios en la transmisión de la ciencia. Sin embargo, la ciencia y la tecnología son representadas en una gran variedad de medios de comunicación como radio, televisión, noticias, revistas,

música, cine y en una gama de formas narrativas como la literatura de ficción, el teatro y el cómic. Si nuestra intención es educar a la sociedad en ciencia y sobre la ciencia, debemos tomar nota de todos los medios culturales en los que la ciencia es presentada. Todos ellos constituyen expresiones culturales de la ciencia en nuestra sociedad, así como receptáculos de conocimiento científico y recursos importantes para la divulgación y educación científica.

La comunicación de la ciencia, y con ello la transmisión del conocimiento científico debe ser en el mismo sentido, un discurso que apele al imaginario de los públicos a los que va dirigido, para hablarles con sus palabras y sus representaciones sociales. No es lo mismo dirigirse a las comunidades académicas, donde el discurso circula en un espacio simbólico específico que dirigirse a la sociedad en general, incapaz de interpretar dicho simbolismo. El discurso de la ciencia debe adecuarse a la vida cotidiana pensando en los públicos a los que irá dirigido para hacerlo comprensible. Para ello, es indispensable generar un discurso cotidiano para presentar los avances de la ciencia, y en casos específicos como el de la salud, elementos que permitan llegar a generar identidad en los públicos. En este sentido la narrativa ofrece posibilidades interesantes para comunicar ciencia y existen metodologías eficaces para medir su éxito en la comunicación de dicho conocimiento.

La historieta ilustrada (narrativa) es un medio cultural profundamente enraizado en la cultura mexicana. El cómic representa un vehículo interesante para la disseminación de la ciencia ya que es un medio masivo de comunicación que incorpora formas de representación narrativa y pictórica. En la actualidad el cómic no es sólo una revista que se vende en puestos de periódicos, sino un medio masivo que aprovecha diferentes medios, equipos de trabajo y especialistas (escritores, dibujantes, coloristas, editores, asesores). Esa diversidad, aunada a su ya amplia aceptación, lo hace ideal para la divulgación científica en México.

Referencias

Bibliografía

- Applebaum, P. M. (1995). *Popular culture, educational discourse, and mathematics*. New York: University of New York Press. –s2–w1–
- Aurrecoechea, J.M. *et al.* (1993). *Puros cuentos. Historia de la historieta en México 1934-1950*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Editorial Grijalva. p. 352 –z'–
- Bodmer W. (1987). *Science and public affairs. The public understanding of science*. London: Longman. –o–
- Bruner, J.S. (1990). *Acts of meaning*. Boston: Harvard University Press. 264 pp. –y–
- Burns, T.W, O'connor, M. and Stocklmayer, P. (2003). Science communication: a contemporary definition. *Public Understanding of Science* 12, 183-202 –u–e'–
- C.O.P.U.S, *Trust me –I'm a scientist: the role of science communicators*
www.copus.org.uk/copus_trust.htm
- Del Río, E. (1983). *La vida de cuadritos, guía completa de la historieta*. México: Editorial Grijalbo. p. 12, 55. 100.–b"–
- Durant J. R., Evans, G. A., and Thomas, G.P. (1989). The public understanding of science. *Nature* 340, 11-14. –h–
- Gardner, H. (1983). *Multiple intelligences: the theory in practice*. New York: Basic Books. 265 pp. –a'–
- Gardner, H. (2001). *Intelligence reframed*. New York :Basic Books. –b'–
- Gardner, H. (2002). *The disciplined mind*. New York: Simon and Shuster. –b'–
- Gerbner, G., Gross, L, Morgan, M., and Signorielli, N. (1981). Scientists on the TV screen. *Society* 18, 41-44. –h'–
- Gough, N. (1993). *Laboratories in fiction: science education and popular media*. Geelong: Deakin University. –k–r–s1–v
- Great Britain. House of Lords (2000) *Third Report*. London: HMSO. –g–p–
- Gregory, J. and Miller, S. (1998). *Science in public. Communication, culture, and credibility*. Boston: Plenum Press. –c–i'

- Hanzen R.M. and Trefil, J. (1993). *Science matters*. London: Cassell. -j-q-
- Harre, R., Brockmeier, J. and Muhlhausen, P. (1999) Greenspeak: A study of environmental discourse. London: Sage Publications Ltd. 256 pp. -x-
- Hendry, R., Donnelley, J., Delacote, G., Wolpert, L., and Jurdant, D. (1999). The Golem: what everyone should know about science (Book Review). *Public Understanding of Science* 8, 323-236. -m-
- Herner, I. (1979). Mitos y monitos. Historietas y fotonovelas en México. México. Editorial Nueva Imagen. y*'-a"-
- Lewenstein, B.V. (1995). From fax to facts: communication in the cold fusion saga. *Social Studies of Science* 25, 403-436. -n'-
- McLuhan, M. (1960). Classroom without walls. In E. Carpenter, E. and M. -i-
- Negrete, A. and Lartigue, C. (2004). Learning from education to communicate science as a good story. *Endeavour* (28)3, 120-124. -d'-
- Negrete A. (2005). Facts via fiction stories that communicate science. In N. Sannit (Ed.). *Motivating Science. Science communication from a philosophical, educational and cultural perspective*. (pp. 95-102) Luthon. -d' -k'-
- Nunan, E.E. and Homer, D. (1981). Science, science fiction, and radical science education. *Science-Fiction Studies* 8, 311-330. -t-
- Polpli, R. (año?) Science literacy for all citizens: different concepts and contents. *Public Understanding of Science* 8, 123-137. -f-l-n
- Polkinhorne, D.E. (1988). *Narrative knowing and the human sciences*. New York: State University of New York Press. 214 pp. -z-
- Sánchez Mora, A.M. (1998). *La divulgación de la ciencia como literatura*. Mexico, D.F.: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM. -a-
- Snow, C.P. (1956). *The two cultures*. Cambridge: Cambridge University Press. -b-c'
- Standing, L., Conezio, J., and Haber, R. (1970). Perception and memory for pictures: single trial learning of 2500 visual stimuli. *Psychonomic science* 19: 73-74. -m'-
- Stenberg, R.J. (2003). *Cognitive psychology*. New York: Thomson Wadsworth. 409 pp. -j'-l'
- Weaver, J. (1999). Synthetically growing a post-human curriculum: Noel's Gough curriculum as a popular cultural text. *Journal of Curriculum Theorizing* 15(4), 161-169. -s4-w3-

Weinstein, M. (1998). *Robot World*. New York: Peter Lang Publishing Inc. —s3—w2

Woll, T. (2004). *Editar para ganar. Estrategias de administración editorial*, Fondo de Cultura Económica, México. —v'—

Hemerografía y páginas de Internet

Burke, D. (2004). *History of Comic Books and Graphic Novels in México*. Recuperado el 29 de marzo de 2005 de:
<http://www.slais.ubc.ca/burke/historieta/index.htm>

Cámara Nacional de la Industria Editorial en México, CANIEM, Producción editorial
<http://www.caniem.com/> . producción editorial, sector publicaciones periódicas —d" —

Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, CONACULTA, Encuesta Nacional de Prácticas y Consumo Culturales de CONACULTA
http://www.consulta.com.mx/interiores/15_otros_estudios/oe_conaculta05.html —s-' —

Del Valle, Sonia (2005). "Evalúa OCDE habilidades", Nacional en diario Reforma —w'—x' —

Gutiérrez Rentarías M.E. (2001). La comunicación en América latina: Informe de México. Revista latinoamericana de Comunicación Chasqui 74. Versión electrónica: <http://www.comunica.org/chasqui/gutierrez74.htm> —e*" —

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI, Hombres y Mujeres en México, apartado sobre educación
http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/sociodemografico/mujeresyhombres/2006/MyH_x_1.pdf —q' —

López Parra R. (2003) *De la historieta Rosa al Pornocómico*. Revista Mexicana de Comunicación 81. Versión electrónica:
<http://www.mexicanadecomunicacion.com.mx/tables/rmc/rmc81/historieta.html> —c" —

Malvido A. (1993). "Los libros: mundo e imaginación en peligro" (y siete entregas más) en Cultura de *La Jornada*. —t'—u' —

Marcín, M. (2005). "Historietas y revistas, no libros, lecturas favoritas del mexicano", en Cultura de *La Crónica*. —r' —

Referencias por orden de aparición

—a—

Sánchez Mora, A.M. (1998). *La divulgación de la ciencia como literatura*. Mexico, D.F.: Dirección General de Divulgación de la Ciencia UNAM.

—b—

Snow, C.P. (1956). *The two cultures*. Cambridge: Cambridge University Press. —

—c—

Gregory, J. and Miller, S. (1998). *Science in public. Communication, culture, and credibility*. Boston: Plenum Press.

—d—

Gregory, J. and Miller, S. (1998). *Science in public. Communication, culture, and credibility*. Boston: Plenum Press.

—e—

Íbid.

—f—

Polpli, R. (1994) Science literacy for all citizens: different concepts and contents. *Public Understanding of Science* 8, 123-137.

—g—

Great Britain. House of Lords (2000) *Third Report*. London: HMSO.

—h—

Durant J. R., Evans, G. A., and Thomas, G.P. (1989). The public understanding of science. *Nature* 340, 11-14.

—i—

McLuhan, M. (1960). Classroom without walls. In E. Carpenter, E. and M.

—j—

Hanzen R.M. and Trefil, J. (1993). *Science matters*. London: Cassell.

–k–

Gough, N. (1993). *Laboratories in fiction: science education and popular media*. Geelong: Deakin University.

–l–

Polpli, R. (1994) Science literacy for all citizens: different concepts and contents. *Public Understanding of Science* 8, 123-137.

–m–

Hendry, R., Donnelley, J., Delacote, G., Wolpert, L., and Jurdant, D. (1999). The Golem: what everyone should know about science (Book Review). *Public Understanding of Science* 8, 323-236.

–n–

Polpli, R. (1994) Science literacy for all citizens: different concepts and contents. *Public Understanding of Science* 8, 123-137.

–o–

Bodmer W. (1987). *Science and public affairs. The public understanding of science*. London: Longman.

–p–

Great Britain. House of Lords (2000) *Third Report*. London: HMSO.

–q–

Hanzen R.M. and Trefil, J. (1993). *Science matters*. London: Cassell.

–r–

Gough, N. (1993). *Laboratories in fiction: science education and popular media*. Geelong: Deakin University.

–s1–

Gough, N. (1993). *Laboratories in fiction: science education and popular media*. Geelong: Deakin University.

–s2–

Applebaum, P. M. (1995). *Popular culture, educational discourse, and mathematics*. New York: University of New York Press. –s2–w1–

–s3–

Weinstein, M. (1998). *Robot World*. New York: Peter Lang Publishing Inc.

–s4–

Weaver, J. (1999). Synthetically growing a post-human curriculum: Noel's Gough curriculum as a popular cultural text. *Journal of Curriculum Theorizing* 15(4), 161-169.

–t–

Nunan, E.E. and Homer, D. (1981). Science, science fiction, and radical science education. *Science-Fiction Studies* 8, 311-330.

–u–

Burns, T.W, O'connor, M. and Stocklmayer, P. (2003). Science communication: a contemporary definition. *Public Understanding of Science* 12, 183-202

–v–

Gough, N. (1993). *Laboratories in fiction: science education and popular media*. Geelong: Deakin University.

–w1–

Applebaum, P. M. (1995). *Popular culture, educational discourse, and mathematics*. New York: University of New York Press. –

–w2–

Weinstein, M. (1998). *Robot World*. New York: Peter Lang Publishing Inc.

–w3–

Weaver, J. (1999). Synthetically growing a post-human curriculum: Noel's Gough curriculum as a popular cultural text. *Journal of Curriculum Theorizing* 15(4), 161-169.

–x–

Harre, R., Brockmeier, J. and Muhlhausen, P. (1999) *Greenspeak: A study of environmental discourse*. London: Sage Publications Ltd. 256 pp.

–y–

Bruner, J.S. (1990). *Acts of meaning*. Boston: Harvard University Press. 264 pp.

–z–

Polkinhorne, D.E. (1988). *Narrative knowing and the human sciences*. New York: State University of New York Press. 214 pp.

–a'–

Gardner, H. (1983). *Multiple intelligences: the theory in practice*. New York: Basic Books. 265 pp.

–b’–

Gardner, H. (2001). *Intelligence reframed*. New York :Basic Books.

Gardner, H. (2002). *The disciplined mind*. New York: Simon and Shuster.

–c’–

Snow, C.P. (1956). *The two cultures*. Cambridge: Cambridge University Press.

–d’–

Negrete, A. and Lartigue, C. (2004). Learning from education to communicate science as a good story. *Endeavour* (28)3, 120-124.

Negrete A. (2005). Facts via fiction stories that communicate science. In N. Sannit (Ed.). *Motivating Science. Science communication from a philosophical, educational and cultural perspective*. (pp. 95-102) Luthon.

–e’–

Burns, T.W, O’connor, M. and Stockmayer, P. (2003). Science communication: a contemporary definition. *Public Understanding of Science* 12, 183-202

–f’–

C.O.P.U.S, *Trust me –I’m a scientist: the role of science communicators*

www.copus.org.uk/copus_trust.htm

–g’–

Gerbner, G., Gross, L, Morgan, M., and Signorielli, N. (1981). Scientists on the TV screen. *Society* 18, 41-44.

–h’–

Gerbner, G., Gross, L, Morgan, M., and Signorielli, N. (1981). Scientists on the TV screen. *Society* 18, 41-44.

–i’–

Gregory, J. and Miller, S. (1998). *Science in public. Communication, culture, and credibility*. Boston: Plenum Press.

–j’–

Stenberg, R.J. (2003). *Cognitive psychology*. New York: Thomson Wadsworth. 409 pp.

–k’–

Negrete A. (2005). Facts via fiction stories that communicate science. In N. Sannit (Ed.). *Motivating Science. Science communication from a philosophical, educational and cultural perspective*. (pp. 95-102) Luthon.

–l’–

Stenberg, R.J. (2003). *Cognitive psychology*. New York: Thomson Wadsworth. 409 pp.

–m’–

Standing, L., Conezio, J., and Haber, R. (1970). Perception and memory for pictures: single trial learning of 2500 visual stimuli. *Psychonomic science* 19: 73-74.

–n’–

Lewenstein, B.V. (1995). From fax to facts: communication in the cold fusion saga. *Social Studies of Science* 25, 403-436. –n’–

–o’–p’

Secretaría de Educación Pública, SEP, Sistema Educativo Nacional. Matrícula del Sistema Educativo Nacional 2000
2001 <http://www.sep.gob.mx/work/appsite/pubbas00/index.htm>

–q’–

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI, Hombres y Mujeres en México, apartado sobre educación
http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/sociodemografico/mujeresyhombres/2006/MyH_x_1.pdf

–r’–

Marcín, M. (2005). “Historietas y revistas, no libros, lecturas favoritas del mexicano”, en Cultura de *La Crónica*.

–s’–

Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, CONACULTA, Encuesta Nacional de Prácticas y Consumo Culturales de CONACULTA
http://www.consulta.com.mx/interiores/15_otros_estudios/oe_conaculta05.html

—t’—u’—

Malvido A. (1993). “Los libros: mundo e imaginación en peligro” (y siete entregas más) en Cultura de *La Jornada*. —t’—u’—

—v’—

Woll, T. (2004). *Editar para ganar. Estrategias de administración editorial*, Fondo de Cultura Económica, México.

—w’—x’—

Del Valle, ...

—y’—

Burke, D. (2004). *History of Comic Books and Graphic Novels in México*. Recuperado el 29 de marzo de 2005 de:
<http://www.slais.ubc.ca/burke/historieta/index.htm>

y*'-a"-

Herner, I. (1979). *Mitos y monitos. Historietas y fotonovelas en México*. México. Editorial Nueva Imagen.

-z'-

Aurrecochea, J.M. *et al.* (1993). *Puros cuentos. Historia de la historieta en México 1934-1950*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Editorial Grijalva. p. 352

-b"-

Del Río, E. (1983). *La vida de cuadritos, guía completa de la historieta*. México: Editorial Grijalbo. p. 12, 55. 100.

-c"-

López Parra R. (2003) *De la historieta Rosa al Pornocómico*. Revista Mexicana de Comunicación 81. Versión electrónica:
<http://www.mexicanadecomunicacion.com.mx/tables/rmc/rmc81/historieta.html>

—d"—

Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, CANIEM, Producción editorial
<http://www.caniem.com/> . producción editorial, sector publicaciones periódicas

—e"—

López Parra R. (2003) *De la historieta Rosa al Pornocómico*. Revista Mexicana de Comunicación 81. Versión electrónica:
<http://www.mexicanadecomunicacion.com.mx/tables/rmc/rmc81/historieta.html>

—e*"—

Gutiérrez Rentarías M.E. (2001). *La comunicación en América latina: Informe de México*. Revista latinoamericana de Comunicación Chasqui 74. Versión electrónica: <http://www.comunica.org/chasqui/gutierrez74.htm>