



Chasqui. Revista Latinoamericana de  
Comunicación

ISSN: 1390-1079

chasqui@ciespal.org

Centro Internacional de Estudios  
Superiores de Comunicación para  
América Latina

Negrete Yankelevich, Aquiles

La Comunicación de la Ciencia a través de medios culturales narrativos: métodos  
cuantitativos y cualitativos para su evaluación.

Chasqui. Revista Latinoamericana de Comunicación, núm. 119, 2012, pp. 43-53  
Centro Internacional de Estudios Superiores de Comunicación para América Latina  
Quito, Ecuador

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=16057416007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



# La Comunicación de la Ciencia a través de medios culturales narrativos:

## métodos cuantitativos y cualitativos para su evaluación.

Dr. Aquiles Negrete Yankelevich

Mexicano, miembro del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH) de la UNAM

aqny@yahoo.com.uk

Recibido: julio 2012. Aprobado: agosto 2012.

### Resumen

*En este trabajo defiendo la tesis de que la narrativa provee de una herramienta precisa para representar y transmitir conocimiento, que constituye un detonador emocional efectivo, una estructura mnemónica del largo plazo y un potenciador importante para el aprendizaje. Adicionalmente sostengo que la evaluación (cuantitativa y cualitativa) es requisito fundamental para diagnosticar su éxito en la comunicación de información científica y como elemento de retroalimentación para evaluar y depurar las narrativas destinadas a la comunicación de la ciencia. Presentar información científica a través de cuentos, novelas, teatro e historietas ilustradas (medios culturales narrativos) debería ser considerado como un recurso importante para la diseminación de conocimiento en el repertorio de los divulgadores científicos.*

**Palabras clave:** comunicación científica, medios culturales, narrativa científica.

### Resumo

*Neste artigo eu defendo a tese de que a narrativa oferece uma ferramenta precisa para representar e transmitir o conhecimento, que é um gatilho emocional eficaz, uma estrutura de longo prazo mnemônica potenciador importante para a aprendizagem. Além disso argumentam que a avaliação (quantitativa e qualitativa) é um pré-requisito para o diagnóstico de seu sucesso na comunicação de informações científicas como um feedback para avaliar e depurar as narrativas destinadas à comunicação da ciência. As informações científicas atuais por meio de histórias, romances, peças de teatro e histórias em quadrinhos (narrativa de mídia cultural) deve ser considerada como um recurso importante para a disseminação do conhecimento no repertório da ciência comunicadores.*

**Palavras-chave:** recursos científicos, culturais, narrativa científica.



## Introducción

El principal punto de partida para mejorar la comprensión de la ciencia es, sin duda, una educación científica adecuada en las escuelas (Bodmer, 1987). Sin embargo, para aquellos para quienes el sistema educativo ha fallado o para quienes es necesario actualizarse, es preciso proporcionarles la información en forma apropiada, de forma distinta a la utilizada en el salón de clase, lo que pertenece al ámbito de la comunicación científica (Hanzen y Trefil, 1993). Además de aparecer en libros de texto paradigmáticos, la ciencia está frecuentemente representada en diferentes medios culturales como la radio, la televisión, las revistas y el cine, así como en medios culturales narrativos como el cuento, la novela, el drama y el cómic. Todos ellos constituyen un potencial interesante para divulgar el conocimiento científico al público no especializado.

La opinión popular acerca de temas como la biotecnología (alimentos transgénicos y clonación), la protección de los animales (experimentación en laboratorios) o temas ambientales como el calentamiento global, el desarrollo sostenible y el manejo de recursos naturales ha llegado a ser de gran importancia para los gobiernos y para las instituciones relacionadas con la educación y la comunicación de la ciencia (Calvo, 2003). Los distintos dilemas sociales y éticos que estos asuntos han provocado en el público han demostrado la necesidad inevitable de un intercambio de ideas entre los que producen las innovaciones científicas (los científicos), los que las promueven, regulan o toman decisiones sobre ellas (gobierno e instituciones) y los que las usan o son afectados por tales innovaciones y decisiones (el público) (Wilsdon y Willis, 2004). Aunado a esto, durante los últimos 20 años, se ha percibido una "crisis de confianza" en la ciencia que ha tenido variadas respuestas en el público, entre las cuales se encuentran los movimientos anti-ciencia. En este escenario los científicos se han visto obligados a involucrar al público en el conocimiento de su trabajo, para propiciar la comprensión y la participación informada de los ciudadanos (Tagüeña, 2002).

El primer intento de involucrar al público consistió en educarlo de manera unilateral o transmisiva (el modelo del déficit donde se considera al público como una cubeta vacía que debe ser llenada con conocimiento) (Popper, 1979). No obstante, más recientemente, la estrategia ha cambiado hacia una consistente en procurar los procesos del diálogo y la participación. Actualmente existe un creciente consenso sobre la necesidad de una verdadera comunicación en ambas direcciones (ciencia-público y viceversa) en lo que se refiere a la ciencia y a los asuntos relacionados con ella. El rechazo del público hacia las innovaciones científicas

y tecnológicas ya no se puede atribuir únicamente a la falta de información ya que el público cuenta con cierta experiencia y conocimiento. Se requiere de nuevas formas de comunicación entre el público y los científicos para que se promueva la participación pública (informada), como elemento integral de la toma de decisiones en lo que se refiere a los asuntos técnico-científicos.

Hoy en día, la confianza, la cooperación, el diálogo y la participación son términos que han llegado a ser el común denominador del discurso de la comunicación científica (Calvo, 2003). El modelo contextual, por ejemplo, explora la interacción entre la ciencia y su público. Este modelo presupone una actitud activa del público: requiere de la retórica de la reconstrucción, en la cual la comprensión del público es el resultado del aporte de conocimiento conjunto de la ciencia y del conocimiento local (Gross, 1994). El modelo contextual le confiere un papel importante a la interacción entre la ciencia y el conocimiento previo del individuo (tanto en ciencia como en los medios de comunicación y formas de representación de información que le son familiares). En este modelo una premisa crucial es que la comunicación científica tiene el objetivo de acrecentar la conciencia del público acerca de la ciencia, la comprensión, el dominio de los temas científicos y la cultura, así como combatir el analfabetismo científico al construir respuestas AEIOU en los participantes. En este acrónimo en inglés la A equivale a *awareness* (conciencia); la E, a *enjoyment* (goce o disfrute); la I a *interest* (interés); la O a *opinions* (opiniones); y la U a *understanding* (comprensión) (Burns, 2003).

*¿El leer materiales de divulgación realmente incrementa la conciencia sobre un tema y genera opiniones en el individuo? ¿Por qué es importante que la gente centre su atención y disfrute el texto que está leyendo? ¿Lo comprenderán y recordarán mejor si les interesa y si el leerlo es una experiencia placentera?*

Para abordar estas preguntas es necesario evaluar qué tanto está aprendiendo el público de los eventos y materiales diseñados para la comunicación científica (C.O.P.U.S. 1996). La mayor parte del esfuerzo se dedica a su producción y muy poco a la medición de su efecto sobre el público. En la parte final de este ensayo presento un método para medir el éxito de las narrativas en la comunicación de la ciencia (método RIRC).

## Medios culturales

La ciencia forma parte de nuestra cultura (Estrada, 2002). La cultura científica y tecnológica está en el corazón del debate que se lleva a cabo en la sociedad contemporánea. En tiempos modernos el monumento erigido por la ciencia se considera como uno de los máximos logros de

la mente humana. La cultura científica y tecnológica, por lo tanto, toma un lugar junto a otros campos de la cultura como las bellas artes (música o literatura) (Gregory y Millar, 1998; Flores, 2002).

Los libros de texto científicos han gozado de una posición privilegiada con respecto a otros medios en la educación y comunicación científica (Gough, 1993). Sin embargo, la ciencia y la tecnología están representadas en muchos otros medios de comunicación (medios culturales), tales como la radio, la televisión, las noticias, las revistas, la música, el cine (Gough, 1993; Appelbaum, 1995; Weinstein, 1998; Weaver, 1999; Duhne, 2002), y una gran gama de formas narrativas como la literatura de ficción, la historieta ilustrada y el teatro (Negrete, 2008). Si vamos a educar a la sociedad "en y acerca de" la ciencia (Nunan y Homer, 1981; Cereijido, 2002), tenemos que tomar en cuenta todos los medios culturales, ya que éstos son expresiones humanísticas de la ciencia en nuestra sociedad, además de constituir receptáculos de conocimiento científico e importantes recursos para la comunicación y educación en ciencia.

## Formas narrativas

El conocimiento contenido en una narrativa difiere del que ha sido promovido por la tradición científica occidental. En la tradición occidental, con su herencia clásica griega, la creación y comunicación del conocimiento verídico se ha asociado con un único estilo de discurso lógico y formal (Olson, 1990). La racionalidad ha sido identificada con un tipo de discurso que propone hipótesis, reporta evidencia, e infiere conclusiones de modo sistemático. La noción de que existe un tipo distinto de discurso racional apropiado para producir y comunicar conocimiento (representación paradigmática) fue quizá el fundamento más importante para abogar por una ciencia unificada para todas las disciplinas académicas (*op.cit.*).

La palabra "cuento" lleva consigo cierta connotación de falsedad o distorsión de la realidad, como en la expresión "es sólo un cuento". Por mucho tiempo se consideró que la poesía narrativa, el drama y la narrativa eran incapaces de transmitir conocimiento. Se consideraba que estaban limitados a comunicar y generar experiencias emocionales y, por lo tanto, se concebían como vehículos engañosos para la transmisión y representación de la información. Sin embargo, muchas hipótesis científicas y matemáticas (por ejemplo, la teoría de la relatividad) comienzan su vida como pequeños cuentos o metáforas, alcanzando su madurez científica mediante un proceso de conversión a la verificación, formal o empírica, y una vez alcanzada la madurez, su fuerza no se apoya en sus orígenes dramáticos (Millar, 1996). Entonces, "la creación de hipótesis en contraste con su comprobación continúa siendo un misterio interesante", comenta Bruner, para

sugerir que los orígenes narrativos de las teorías son, con frecuencia, intencionalmente ignorados, pues el modo narrativo no es considerado una forma de representación y razonamiento válido para la ciencia (Bruner, 1986).

En los años 80, Bruner (1988) sugirió que el conocimiento narrativo era una forma legítima de conocimiento razonado:

'Existen dos modos de funcionamiento cognitivo (paradigmático y narrativo); dos modos de pensamiento. Cada uno proporciona formas distintivas de ordenar la experiencia y de construir la realidad. Por lo tanto, resultan más bien complementarios e irreductibles el uno con el otro. Los esfuerzos para reducir un modo al otro, o ignorar uno a expensas del otro, inevitablemente impiden captar la rica diversidad del pensamiento. Ambos modos de conocer tienen, además, principios propios de operación, su particular criterio de la buena construcción y difieren radicalmente en sus procedimientos de verificación. Un buen cuento y un razonamiento paradigmático bien fundamentado son, por naturaleza, de diferente género. Ambos pueden ser utilizados como un modo de convencer o persuadir. No obstante, de lo que convencen es fundamentalmente diferente: los argumentos son persuasivos de su verdad; los cuentos, de su similitud con la vida. El primero verifica apelando a los procedimientos para establecer pruebas formales y empíricas. El otro establece no la verdad, sino la verosimilitud'.

De acuerdo con Bruner (1986), la universalidad de estos dos modos de pensamiento tiene que ver con aspectos intrínsecos de la naturaleza del lenguaje. Tienen formas variadas de expresión en diferentes culturas. Ninguna cultura carece de ellos, aunque cada cultura los privilegia en distinta manera.

La convención de la mayoría de las escuelas de pensamiento, de acuerdo con Bruner (*op.cit.*), es tratar a las artes narrativas –el canto, el drama, la ficción, el teatro, entre otros– como decoración, algo con qué agraciarse el tiempo libre, a veces como algo moralmente ejemplar. Enmarcamos con formas narrativas los relatos de nuestros orígenes culturales y nuestras creencias más arraigadas. Representamos nuestras vidas, a nosotros mismos y a otros, en forma de historias, pero no es únicamente el contenido de estas historias lo que nos atrapa, sino sus artificios narrativos. Actualmente en la psicología se reconoce que el ser un individuo implica una narrativa. La "neurosis" por ejemplo es el reflejo de una historia insuficiente, incompleta o inapropiada, acerca de uno mismo.

Desde el punto de vista de Bruner, las formas narrativas también son importantes para la cohesión cultural. Por

ejemplo, la ausencia de un sentido común de narrativas de lo que representa un problema para una sociedad no permitiría que la ley tradujera en leyes aquello que es condenado por consenso. Estas “narrativas de problemas”, que aparecen también en la literatura mítica y en las novelas contemporáneas, están mejor contenidas y expresadas en este modo de representación (narrativo) que en proposiciones razonadas con una coherencia lógica (modo paradigmático). Finalmente, Bruner propone que si queremos convertir la narrativa en un instrumento de la mente para construir significado, se requiere de trabajo por nuestra parte: leyéndola, haciéndola, analizándola, comprendiendo su arte, explorando sus usos y discutiéndola.

### *La cognición narrativa*

La cognición narrativa está dirigida exclusivamente a entender la acción humana (Bruner, 1986; Mitchell, 1981). La acción humana es el resultado de la interacción entre el aprendizaje y la experiencia previa de una persona, su situación actual, así como sus expectativas futuras. Al contrario de los objetos, en que el conocimiento de uno se puede aplicar a otro, sin perder información, las acciones humanas son únicas y no totalmente replicables. Mientras que el conocimiento paradigmático se enfoca en lo que es común entre las acciones, el conocimiento narrativo se enfoca en lo particular y las características especiales de cada acción. El razonamiento narrativo opera tomando en cuenta las diferencias y la diversidad del comportamiento humano. Las memorias en forma de historia retienen la complejidad de la situación en que se llevó a cabo la acción, junto con sus significados emotivos y motivadores. El escuchar una descripción en forma de historia sobre el movimiento de una persona a través de los episodios de la vida nos afecta de tal manera que evoca emociones tales como la compasión, la ira o la tristeza (Bruner, 1988).

La colección de experiencias en forma narrativa proporciona una base para entender nuevas experiencias utilizando la analogía. Mientras más variada y extensa sea la colección de descripciones explicativas de acciones previas, más probable será que uno pueda acudir a episodios similares en la memoria que permitan un entendimiento inicial de la nueva situación, y más probable será que uno aprecie y busque elementos que diferencien lo nuevo de la instancia recordada.

## **La narrativa en la divulgación de la ciencia**

Existe una serie de elementos que hacen a la narrativa una forma de representación interesante para la comunicación de la ciencia. A continuación mencionaré los que a mi juicio revisten mayor importancia.

### *Estructuras narrativas*

En un trabajo pionero, Vladimir Propp (1968) sugirió que los cuentos de hadas se pueden comprender utilizando únicamente cuatro principios: (1) Las funciones de los personajes son elementos estables en un cuento, (2) Las funciones conocidas en este tipo de cuento son limitadas, (3) La secuencia de las funciones es normalmente la misma en todos ellos y (4) Los cuentos son todos de un sólo tipo con respecto a la estructura. De acuerdo con Propp, las funciones son los actos, episodios o las entradas de los distintos tipos de personajes. Además afirma que los cuentos de hadas están basados en treinta y una funciones (Propp, 1968). Según Harré *et al.* (1999) y otros autores contemporáneos las funciones propuestas por Propp son aplicables no sólo a los cuentos de hadas y a los mitos, sino a muchos otros géneros de la narrativa. (Atkinson, 1990; Gee, 1991; Harré *et al.*, 1999 y Silverman, 2003).

Como se muestra más adelante en la sección de narrativa y memoria, existe evidencia empírica que sugiere que los individuos cuentan con esquemas (conocimiento previo) de la estructura de un cuento clásico (como a los que Propp alude) con los que guían la comprensión y el aprendizaje de la información científica contenida en una narrativa (Negrete, 2009). Asimismo la evidencia empírica sugiere que las funciones identificadas por Propp y el orden en el que aparecen dentro de una narrativa son elementos con los cuales el individuo está familiarizado y funcionan también como esquemas que el individuo utiliza para comprender y reconstruir (recordar) narrativas (op. cit.).

### *Lenguaje figurativo*

Una parte importante de la narrativa es el lenguaje figurativo. Es especialmente útil para la comunicación de la ciencia porque ayuda al individuo a comprender diferentes conceptos, al enriquecer el proceso visual (Sutton, 1992). Algunos científicos han explorado el lenguaje figurativo como herramienta fundamental para la comunicación de las ideas. Los recursos narrativos (parte del lenguaje figurativo) son herramientas muy útiles para representar, modelar, aprender y recordar ideas científicas (Negrete y Lartigue, 2004). Ejemplos de ellos son la rima, el ritmo, el factor sorpresa, la ironía, la metáfora y la acción.

Otro recurso de la narrativa es la imagería, constituida por la *imagen visual* que construimos a partir de la descripción de un autor, o de las emociones evocadas por la historia. Para mucha gente estas imágenes son la mejor ayuda para la memoria (visual y no visual). Ésta es la razón por la cual muchos de los artificios de la mnemotecnica están basados en crear imágenes y lugares en la mente (O'Brian, 2000). Sin embargo,

para que las imágenes nos ayuden a aprender, es importante que la secuencia de las mismas tenga un significado (Greenfield, 2000). Por ejemplo, el cómic (narrativa ilustrada) utiliza este recurso de la narrativa, al optimizar la capacidad del cerebro de captar información secuencial y textual, junto con información holística y visual (propriadamente en ilustraciones) (McCloud, 1993).

Según Miller (1996), a lo largo de la historia del conocimiento, los científicos han utilizado y desarrollado la representación visual. Mientras que en Galileo y Newton las representaciones visuales fueron abstracciones del mundo de la percepción de los sentidos, en el siglo veinte, los científicos utilizaron experimentos para explorar un mundo más allá de nuestros sentidos o de lo aparente. Dentro de la escuela alemana, dichos experimentos fueron de especial importancia para la física atómica (por ejemplo, en la teoría de la relatividad de Albert Einstein). En la apreciación de Miller, la representación visual, además de las imágenes visuales y experimentos del pensamiento (*thought experiments*), tiene relevancia particular para el pensamiento científico creativo (la intuición y la innovación).

La imaginación también es de primordial importancia para la educación y la comunicación (García, 2002). Hay toda una gama de ejemplos donde "visiones imaginativas" fueron cruciales para permitir descubrimientos científicos (Shepard, 1988). Algunos autores creen que, al activar los procesos de la imaginación, se pueden mejorar las capacidades mentales (Greenfield, 2000 y Baddely, 1997). El uso de narrativas es una manera importante de estimular la imaginación en el proceso de la educación (Gough, 1993).

#### Los recursos literarios

El principio subyacente de cualquier método que se utilice para memorizar, es imponer una estructura a la información que se quiere recordar. Una narrativa ofrece un marco que vincula diferentes elementos de información, utilizando tropos retóricos tales como la rima, el ritmo, la sorpresa, el humor y la metáfora (Negrete, 2009). Existe mayor probabilidad de recordar información si ésta está expresada a través de imágenes poéticas, coloridas, humorísticas, exageradas o que involucran algún tipo de acción (Yates, 1992).

Las metáforas (comparaciones abreviadas y elípticas) son herramientas de la narrativa a las que se recurre frecuentemente en la ficción. Contribuyen a nuestra capacidad de alcanzar nuevos y más altos niveles de sofisticación y razonamiento (Gallas, 1995). Funcionan a través de sus capacidades de sugestión y de imaginación, permitiendo que la mente empiece a trabajar sin haber entendido plenamente un concepto. Por medio de las

imágenes, proporcionan una representación vívida y memorable que despierta emociones en el lector de la experiencia percibida. Las metáforas se pueden considerar como imaginería innovadora y/o recursos exploratorios que facilitan el alcanzar niveles más altos de abstracción y cognición (Lakoff, 2000). Goalty (1997) propone toda una taxonomía funcional de las metáforas que resulta muy útil para comprender sus posibles usos en la comunicación.

En el contexto de la comunicación científica, las metáforas pueden ayudar a popularizar información técnica compleja y además, proporcionar un mensaje relevante acerca de la tecnología en sí misma. Sin embargo, hay algunos aspectos que hay que tomar en cuenta cuando se utilizan las metáforas para este propósito: se debe hacer un esquema de las características claves del concepto principal que se desea transmitir; es necesario comprender los aspectos útiles y las limitaciones del recurso narrativo, y es necesario cerciorarse de la familiaridad del público con la metáfora que se vaya a emplear (Taber, 2001).

#### Factor sorpresa, ironía y momentum

El factor sorpresa y la ironía también son relevantes como maneras de atraer la atención y como recursos mnemónicos (Baddely, 1997). Aunque existe poca información sobre cómo procesa el cerebro el sentido del humor, se han hecho experimentos (por ejemplo, los de Erdelyi y Stein, 1981) que demuestran la efectividad de este recurso para mejorar la memoria.

Sutton (1992) afirma que la narrativa puede mantener el interés del lector promedio con más facilidad que otros tipos de texto, precisamente porque está involucrada la imaginación del lector (lector activo). De hecho, una de las características de la narrativa es que le permite al lector retener un cierto número de palabras mientras éste las reordena (en la memoria operativa o la imaginación) en frases más inteligibles e infiere su significado (Yates, 1992). Esto le da impulso o *momentum* (inercia) al lector para prepararse para el próximo conjunto de información sin perder el contexto, la concentración, el interés, o la secuencia de ideas. (Singh, 2001).

#### Tipos narrativos

Las narrativas pueden tomar diferentes formas. Dentro de éstas las parábolas y los mitos poseen especial interés para la comunicación de la ciencia. Según Platón los mitos y los cuentos tradicionales de Grecia proveían de una educación formal y confiable. Los mitos y las leyendas contribuyen a reconciliar el mundo exterior con el mundo interior, puesto que representan manifestaciones genuinas del verdadero entendimiento interno, donde ambos mundos (interno



y externo) coexisten. Éste es también el motivo por el cual son apreciados por muchas culturas en el mundo como tesoros culturales (Hughes, 1998). A pesar de que en la sociedad moderna algunos de los mitos no son comparables con nuestro sentido de la realidad y, en ocasiones, es difícil encontrarlos instructivos (Gough, 1993), muchos de ellos conservan vigencia moral o didáctica (ej. El Golem o Prometeo) y los maestros o comunicadores de la ciencia podrían incluirlos en el material de la clase para analizar los límites y valores del conocimiento científico (Blades, 2001), así como para transmitir información científica contextualizada en narrativas que sean familiares para el público (Lanza y Negrete, 2006).

La ciencia ficción reviste particular importancia para la comunicación científica ya que es el género literario más utilizado para diseminar ciencia. Tiene muchas virtudes. Una de ellas es que refleja el trabajo paralelo contemporáneo en la ciencia (Gough, 1993). Por ejemplo, H.G. Wells en *La Máquina del Tiempo* (1895) habla de la geometría no euclidiana. Sugiere una relación entre el espacio y el tiempo que parece anticipar las teorías de Einstein. De manera parecida, la novela de Atanasio, *Rádix* (1981), incorporó algunas ideas de la teoría del caos de Prigogine antes de que se hubieran publicado versiones populares de su teoría en inglés. Incorporar la ficción en la educación (y en la comunicación científica) ayuda a los estudiantes (público) a tratar las ideas científicas como un foco de especulación en vez de considerarlos la 'única y verdadera historia' (Gough, 1993).

Gough (2001) considera que el método más efectivo para enseñar la ciencia es suponiendo que el mundo en sí mismo es una ficción, donde la ciencia pueda llevarse a un hiperespacio de simulación en la que los supuestos y los postulados excedan sus límites. Gough (1998a) sugiere que la ciencia ficción es una práctica (de contar historias) que se debería utilizar en el mundo conceptual de la educación científica con el propósito de cuestionar las convenciones y las categorías impuestas por los libros de texto tradicionales. Las narrativas de la ciencia ficción podrían crear nuevas formas de imaginación social, capaces de visualizar nuevas formas de relacionarse entre los humanos, y entre los humanos y los objetos no animados, además de una conceptualización diferente de la existencia social. O bien, como describe Gough (1998b), la invención de mundos alternativos proporciona a la ciencia ficción la facultad de ser un modo de vernos a nosotros mismos e imaginar interacciones menos dañinas entre la humanidad y el medio ambiente.

La ciencia ficción puede desempeñar tres funciones diferentes dentro de la comunicación de la ciencia: (1) comunicar información científica básica (por ejemplo *La tabla periódica*, de Primo Levi (1985), (2) explorar el

conocimiento actual o predecir el futuro (por ejemplo, *20,000 Leguas de viaje submarino* de Julio Verne), y (3) presentar y explorar las consecuencias (o dimensiones morales) de los descubrimientos científicos (por ejemplo *Parque Jurásico*, de Michael Crichton).

## Narrativa y memoria

De acuerdo con el modelo cognitivo (Stenberg, 2003), la narrativa puede considerarse como un recurso que fomenta la memoria (Atkinson, 1990). La evidencia demuestra que las experiencias memorables son aquellas que han creado o coinciden con niveles de emoción más altos que los normales (Baddely, 1997). En otras palabras, la durabilidad de una memoria en particular parece depender del grado de emoción de la experiencia original. Otros factores importantes son la cantidad de atención que se le haya puesto a estas experiencias y qué tan a menudo se les haya recordado (PLP o *Long Term Potentiation -LTP-*) (Stenberg, 2003). Algunas narrativas cumplen con los tres requisitos para la potenciación de largo plazo (PLP). Por ejemplo, el chiste oral (casi siempre una narrativa) requiere de que el individuo que escucha centre su (1) **atención** en la narración del que lo cuenta; si el chiste es bueno existe una (2) **respuesta emocional** positiva y, posterior a la reunión, el chiste sigue causando gracia al (3) **recordarlo** una y otra vez. Posiblemente esta es la razón por la cual los chistes se perpetúan con muy poca variación dentro de los grupos humanos.

Los cuentos poseen también varios atributos que los convierten en importantes recursos mnemónicos. Se pueden considerar como estructuras memorables que sobreponen una estructura lógica y artificial a una serie de datos no necesariamente interrelacionados (Luria, 1986). De esta manera, la información científica paradigmática (de hechos) se puede comunicar embebiéndola en una estructura mnémica (el cuento), lo que facilita recordarla en el futuro. Los cuentos también promueven la memoria de largo plazo porque la información incluida en ellos está agrupada y organizada de un modo semántico (Wilton, 1990). La organización y los vínculos semánticos son, a su vez, factores importantes para recordar a partir de un apareamiento asociativo (*paired recall association*) (Epstein et al, 1960).

Uno de los estudios clásicos de la memoria en narrativas fue realizado por Frederic Bartlett (1932). Este autor sostiene que los esquemas (conocimiento preexistente que afecta la manera en que recordamos y aprendemos) son importantes en el proceso de recordación (Bartlett, 1932). Los esquemas pueden ser interpretados como la información abstracta, libre de contenido, acerca de la estructura típica de un cuento y pueden resultar muy útiles para la comunicación de la ciencia. Dado que el público ya está familiarizado con ellos, representan un conocimiento bien difundido y bien establecido que se

puede utilizar sin instrucción previa (desde temprana edad el individuo está familiarizado con las narrativas a través de la Biblia, mitos, cuentos infantiles, fábulas, etc.). Por consiguiente, la utilización de los esquemas de la estructura de los cuentos podría estimular el proceso de comunicación, al facilitar varias etapas diferentes en los procesos de la memoria y el aprendizaje. Los cuentos pueden también funcionar como modelos mentales, creados en el cerebro del lector, que le auxilian en el proceso de imaginar y guiar la comprensión de lo que está ocurriendo en un cuento. El modelo se construye a medida que se desarrolla la historia y se determina el entorno, los personajes y los eventos, incorporando relaciones espaciales, temporales y causales (Johnson-Laird, 1983).

## Experiencia con la narrativa en la educación en ciencia

La comunicación de la ciencia puede apoyarse en la experiencia de la educación científica. Ambas disciplinas persiguen el objetivo de educar al individuo, equipándolo con cierto conocimiento científico. Los expertos en educación científica están preocupados por la actitud negativa de los estudiantes hacia la ciencia, manifestada en su sensación de que ésta es amenazante, ajena y distante. La razón de ello parece ser un sistema educativo que se ha olvidado de la exploración, la reflexión y la comprensión. El aprendizaje ha llegado a ser laborioso, aburrido e ineficiente. En consecuencia algunos temas de debate en la actualidad son qué conocimiento se debe transmitir, qué recursos se deben usar para transmitirlo, cuáles son los métodos de enseñanza y los procesos de aprendizaje adecuados. Newton (2002) sugiere que los tópicos deberían ser importantes, relevantes, reveladores y aplicables para permitir la supervivencia del individuo en una sociedad tecnológica compleja. De manera análoga, Bodmer (1987) considera que los maestros deben discutir con sus estudiantes la responsabilidad social de la ciencia y sus implicaciones para la vida cotidiana. Millar (1998) propone que la educación debería concentrarse en enseñar aquellas ideas que se relacionan con el mundo material y con su comportamiento.

Se ha explorado una amplia gama de medios y métodos de enseñanza en la educación científica. Con respecto a los medios, algunos autores señalan que deben dar lugar a la libertad de interpretación. Vale la pena hacer hincapié en que ésta es una de las características inherentes de las formas narrativas. Con respecto a los métodos de enseñanza, Appelbaum y Clarke (2001) creen que deben ser divertidos, pero en el sentido de gran diversión (*hard fun*), no sólo algo entretenido.

Algunos académicos han estudiado el efecto de las artes sobre la inteligencia humana (Gardner, 1983). En la educación, las artes pueden cumplir el propósito del

entretenimiento pero también, en la opinión de varios filósofos de la educación, las artes pueden ser útiles para fomentar las diferentes formas de inteligencia humana descritas en un texto clásico de Gardner (1983): musical, corporal/cinestésico, lógicomatemático, espacial, interpersonal, intrapersonal y lingüístico. Se sabe que las artes motivan al estudiante a aprender y ayudan a desarrollar habilidades de pensamiento de un nivel superior (O'Farell, 1994).

Como se mencionó anteriormente, una característica clave de la narrativa es lo familiar que resulta su estructura para los estudiantes. El valor de las narrativas en el salón de clases se relaciona con la manera en que el cerebro procesa las imágenes y los patrones que conforman los cuentos (Hughes, 1988). Otro argumento a favor del uso de los cuentos en el salón de clases es que contar cuentos es una manera divertida de crear interés en la ciencia. En suma, las formas narrativas, en el ámbito de la educación en ciencia, han probado ser atractivas y memorables; su estructura es familiar para los niños (Newton, 2002; Gough, 1998a); involucran al niño lector en su necesidad de un desenlace (*momentum*) (Ogborn *et al*, 1996); utilizan un lenguaje interpretativo que estimula el pensamiento y el diálogo (Sutton, 1992) y avivan la imaginación, que a su vez, se ha comprobado que facilita el proceso de aprendizaje (Solomon, 1980).

A pesar de los muchos usos que la narrativa pueda tener en la educación, los diferentes expertos coinciden en que el uso de las narrativas en el salón de clases de ninguna manera debería significar la exclusión de los libros de texto (información paradigmática). Como lo expresa Sutton (1992), los dos tipos de material de lectura deberían coexistir: uno que fomente la exploración de las ideas científicas (por ejemplo, la ciencia ficción) y otra que se pueda utilizar como guía rápida hacia su estructura y contenido (los libros de texto).

## La evaluación de la narrativa destinada a la comunicación de la ciencia

Aunque es posible tener alguna idea de los productos exitosos para la comunicación de la ciencia y de aquellos que no cumplieron su cometido, en la práctica no es tan fácil estudiar los resultados porque ocurren en el "mundo real" y no en las condiciones controladas de un laboratorio de investigación. Normalmente, para estudiarlos, se requiere de las habilidades de las ciencias sociales y no de las de las ciencias físicas (Burns *et al*, 2003).

*¿Cuánto aprende el público de cada uno de estos esfuerzos por divulgar la ciencia?*

Ésta es una pregunta central que "debe" ser abordada. 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 (Chamizo, 2002) y de disfrute. No es suficiente registrar la asistencia a algún evento o si el público sonrió o no. Éstas no son medidas de éxito en la comunicación o estimadores claros de la comprensión y el disfrute.

Muchas organizaciones están recurriendo a la evaluación como un modo efectivo de retroalimentación. Para la gente involucrada en la comunicación de la ciencia, la evaluación tiene cuatro beneficios: (i) prepararse para ella permite cuestionarse lo que se pretende lograr y obtener retroalimentación preliminar, antes de la presentación del material; (ii) proporciona información acerca de los resultados de una presentación o de la recepción de un material dado, así como ideas o sugerencias para su refinamiento; (iii) ayuda a conocer mejor a la audiencia (C.O.P.U.S. 1996) y (iv) proporciona evidencia cuantitativa y cualitativa del grado de éxito de la intervención. Claramente se requiere de más investigación en esta área, pues la información que resulte de tales evaluaciones nos proporcionará retroalimentación importante para refinar el trabajo que ya está en proceso.

*¿Cómo podemos medir el grado de éxito de comunicar la ciencia?*

La mayoría de los estudios de la ciencia en los medios de información se ha centrado en los diarios y los programas de televisión porque son la manera más efectiva, en términos de tiempo y dinero, de estudiar un medio masivo de comunicación. Sin embargo, existen otros medios importantes de comunicar la ciencia y se ha reportado muy poco acerca de ellos (Gerbner *et al.*, 1981). Éste es el caso de los medios culturales narrativos.

Casi toda la evaluación de la transmisión efectiva del conocimiento científico se realiza por medio de pruebas de conocimiento y comprensión factual (Gregory y Miller, 1998), pero ¿cuánto puede aprender la gente a través de formas narrativas? Además de analizar las historias como un mensaje, es fundamental medir el efecto de las narrativas en los lectores (receptor).

## Métodos cuantitativos y cualitativos de evaluación de narrativas (Método RIRC)

La memoria es una forma de evaluar el aprendizaje (Stenberg, 2003) y, por lo tanto, de medir la comunicación exitosa de la información. Una forma de medirla es a través de tareas de memoria (*memory tasks*). Las diferentes tareas para medir memoria involucran distintos niveles de comprensión y aprendizaje (*op. cit.*). Por ejemplo, aunque la memoria de reconocimiento es generalmente más efectiva que la de reproducción (Standing *et al.*, 1970), esta última normalmente implica niveles más profundos de aprendizaje. Estudiar qué tan memorables resultan diferentes maneras de presentar la información es una tarea imprescindible dentro de la comunicación científica, debido a que permite evaluar materiales que no sólo necesitan ser comprendidos, sino que también deben ser retenidos en la memoria de largo plazo, como parte del proceso de aprendizaje.

El método RIRC (siglas para las palabras en inglés: retell, identify, remember y contextualise) evalúa la eficiencia de la comunicación a través de la memoria y el aprendizaje (Negrete y Lartigue, 2010). Consiste en la aplicación de cuestionarios para medir la cantidad de conocimiento recordado y aprendido por individuos a quienes se les presenta información científica en

Tipo de Memoria	Tareas de memoria	Descripción	Ejemplo
Reproducción (memoria explícita)	Identificación (reconocimiento)	Recordar o identificar un elemento que fue aprendido o conocido anteriormente.	Opción múltiple o falso y verdadero
	Recuerdo (recuerdo asistido por claves o preguntas)	Reproducir información, palabras u otro elemento desde la memoria.	Respuesta breve
	Recuento (recuerdo-libre o no asistido)	Repetir elementos o listas de elementos en cualquier orden que le sea posible al individuo.	Listas de hechos o historias
Creativa (memoria implícita)	Contextualización (Tareas que involucran conocimiento procedural)	Recordar habilidades aprendidas y comportamientos automáticos (inconscientes) en lugar de hechos o conocimiento conciente.	Habilidades automáticas inconscientes (Knowing how skills) que pueden ser aplicadas en diferentes contextos.

Cuadro 1. Método RIRC

formato narrativo (grupo narrativo), en comparación con otro grupo control al que se le presenta textos con información científica factual o paradigmática (listas de hechos científicos sin narrativa). Este método analiza cuatro tareas de memoria (que reflejan distintos niveles de comprensión): recuento, identificación, recuerdo y contextualización (*Cuadro 1*). De este modo, se analizan tres habilidades de reproducción (recuento, identificación, recuerdo) y una medida de las habilidades creativas (contextualización) (ver tabla siguiente). Este método también permite evaluar la eficiencia de distintos modelos narrativos en la retención de información a lo largo del tiempo y realizar pruebas estadísticas estándar para su contraste.

El método RIRC permite también realizar un análisis cualitativo en la tarea de recuento (Negrete 2009). Consiste en un análisis narrativo de reproducciones (recuentos) de historias estímulo presentadas a un público dado. Las narrativas pueden ser analizadas en términos de su estructura narrativa, incluyendo presencia, ausencia y frecuencia de uso de tropos y estructuras narrativas (ej. metáfora, rima, ritmo, anagnórisis, peripecia, introducción, desarrollo, desenlace, funciones y esferas de acción proppianas, etc.), así como de la información científica ligada o presentada a través de dichas estructuras narrativas y recursos literarios. Para permitir la comparación entre las historias originales (estímulo) y los recuentos generados por individuos en una muestra, se contrastan las estructuras narrativas utilizadas en ambas versiones de las historias (estímulo vs. recuentos). Este procedimiento está basado principalmente en el análisis de Propp (1968), adicionado con elementos de otras técnicas de análisis de estructuras narrativas, propuestas por autores contemporáneos (Atkinson, 1990).

El método RIRC ha sido utilizado en estudios realizados en Reino Unido para comparar narrativas con textos fácticos (Negrete, 2005) y en México para comparar distintos cómics para divulgar información médica sobre el SIDA (Negrete, 2011). También ha sido empleado para evaluar el éxito en la comunicación de información científica a través de vehículos no narrativos, como las instalaciones de arte (Ríos y Negrete, 2010)

En suma, el método RIRC ha probado ser una herramienta útil para la evaluación de la memoria, la comprensión y el aprendizaje a través del uso de tareas de memoria. Provee de un medio para explorar, cuantitativa y cualitativamente, las diferencias entre los modos narrativo y paradigmático, así como las diferencias entre distintas narrativas para comunicar ciencia. Esto permite un análisis más comprensivo y ofrece elementos interesantes para estudiar las capacidades de la narrativa para diseminar la ciencia.

Es posible utilizar este mismo método (con adaptaciones pertinentes, según el caso) para estudiar otros medios culturales en los cuales se desee medir, no sólo en términos de asistencia o aparente disfrute, sino cuantitativa y cualitativamente (datos), la eficiencia de la comunicación.

## Conclusión

La comunicación de la ciencia y, con ello la transmisión del conocimiento científico, debe ser, 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, no siempre capaz de interpretar dicho simbolismo. El discurso de la ciencia debe adecuarse a la vida diaria, pensando en los públicos a los que irá dirigido para hacerlo comprensible.

La revisión de la literatura existente en el área sugiere que las formas narrativas representan una herramienta interesante en la comunicación de la ciencia para ofrecer al público acceso al conocimiento de manera comprensible y amena. Además, la experiencia en la utilización de cuentos y ciencia ficción en el salón de clases muestra que ésta es una práctica exitosa para potenciar el aprendizaje. En suma, la narrativa provee de una herramienta precisa para representar y transmitir conocimiento; es un detonador emocional efectivo; una estructura mnemónica del largo plazo y un potenciador importante para el aprendizaje. Presentar información científica a través de medios culturales narrativos debería ser considerado como un recurso importante para la diseminación de conocimiento científico.

Es necesario diseñar y aplicar encuestas, cuestionarios, entrevistas, así como establecer diálogo con el público para obtener información confiable sobre la demanda y los alcances de los productos de divulgación científica. Los medios culturales narrativos, empero, son susceptibles de ser evaluados en cuanto a sus capacidades comunicativas (por ejemplo, a través del método RIRC) y 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.

Para aquellos interesados en producir narrativas para comunicar ciencia, el presente trabajo representa una aproximación interdisciplinaria al estudio de la narrativa divulgativa. Bajo la óptica que aquí expongo, para desarrollar una narrativa exitosa, es necesario incluir elementos de las dos culturas a las que alude C.P. Snow (ciencias y humanidades) procurando mantener un



balance entre lo literario, el contenido científico y la efectividad de la comunicación.

"La comunicación científica a través de formas narrativas", es esencialmente una línea de investigación promisorio pero poco explorada dentro de la comunicación científica. En cierto sentido la narrativa para la comunicación de la ciencia puede verse como un nuevo sub-género literario con características (reglas, recursos, dimensión,

intenciones, temática, estructura, etc.) distintas a otras formas literarias. Es necesario llevar a cabo mas investigaciones en este campo novel de conocimiento. Para el caso mexicano resulta particularmente relevante ya que representa un importante nicho de oportunidad para diseminar información científica (a través del cómic por ejemplo) a públicos difícilmente accesibles por otros medios.

## Bibliografía

- Applebaum, P.M. (1995). *Popular culture, educational discourse, and mathematics*. New York: University of New York Press.
- Appelbaum, P. and Clark, S. (2001). Science! Fun? A critical analysis of design/content/evaluation. *Journal of Curriculum Studies* 33(5), 583-600.
- Atkinson, P.A. (1990). *The ethnographic imagination: Textual constructions of reality*. London: Routledge.
- Baddeley, A.D. (1997). *Human memory: theory and practice*. Minneapolis: Allyn & Bacon.
- Bartlett, F.C. (1932). *Remembering: a study in experimental and social psychology*. New York: Cambridge University Press.
- Blades, D. W. (1997). *Procedures of power and curriculum change*. New York: Peter Lang Publishing Inc.
- Bodmer W. (1987). *Science and public affairs. The public understanding of science*. London: Longman.
- Bodmer W. (1987). *Science and public affairs. The public understanding of science*. London: Longman.
- Bruner, J.S. (1986). *Actual minds, possible worlds*. Boston: Harvard University Press.
- Bruner, J.S. (1988). Two models of thought. In N. Mercer (Ed.) *Language and literary from an educational perspective*. (pp 365-371). Oxford: Open University Press.
- Burns, T.W, O'Connor, M. and Stocklmayer, P. (2003). Science communication: a contemporary definition. *Public Understanding of Science* 12, 183-202
- Calvo, M. (2003) *Divulgación y periodismo científico: entre la claridad y la exactitud*. Serie divulgación para divulgadores. DGDC-UNAM. México D.F.
- Cerejido, M. El vulgo para el que se divulga. En Tonda et al. (Ed.) *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. Serie divulgación para divulgadores. DGDC-UNAM. México D.F.
- Chamizo, J. A. (2002) *Apuntes sobre la evaluación de la divulgación de la ciencia*. En Tonda et al. (Ed.) *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. Serie divulgación para divulgadores. DGDC-UNAM. México D.F.
- C.O.P.U.S. (1996). *So did it work? Evaluating public understanding of science events* [http://www.copus.org.uk/pubs\\_guides\\_sodiditwork.html](http://www.copus.org.uk/pubs_guides_sodiditwork.html)
- Duhne, M. (2002) *La divulgación de la ciencia a través de la televisión. Reflexiones sobre la producción en México*. En Tonda et al. (Ed.) *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. DGDC-UNAM. México D.F.
- Epstein, W., Rock, I., and Zuckerman, C.B. (1960). Meaning and familiarity in associative learning. *Psychological Monographs: General and Applied* 74,1-22.
- Erdelyi, M.H. and Stein, J.B. (1981). Recognition hypernesia: the growth of recognition memory (d') over time with repeated testing. *Cognition* 9, 23-33.
- Estrada, L. (2002) *La divulgación de la ciencia*. En Tonda et al. (Ed.) *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. Serie divulgación para divulgadores. DGDC-UNAM. México D.F.
- Flores, J. (2002) *Tres avenidas del conocimiento científico*. En Tonda et al. (Ed.) *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. Serie divulgación para divulgadores. DGDC-UNAM. México D.F.
- García, V. (2002) *Las ciencias sociales en la divulgación*. Serie divulgación para divulgadores DGDC-UNAM. México D.F.
- Gallas, K. (1995). *Talking their way into science: hearing children's questions and theories, responding with curricula*. New York: Teachers' College Press.
- Gardner, H. (1983). *Multiple intelligences: the theory in practice*. New York: Basic Books.
- Gee, J. P. (1991). A linguistic approach to narrative. *Journal of Narrative and Life History*, 1(1), 15-39.
- Gerbner, G., Gross, L, Morgan, M., and Signorielli, N. (1981). Scientists on the TV screen. *Society* 18, 41-44.
- Goatly, A. (1997). *The language of metaphors*. London: Routledge.
- Gough, N. (1993). Environmental education, narrative complexity, and postmodern science/fiction. *International Journal of Science Education*. 15 (5), 607-625.
- Gough, N. (1998a). Reflections and diffractions: functions of fiction in curriculum inquiry. In W.F. Pinar (Ed.) *Curriculum: towards new identities*. (pp. 360-372). Louisiana: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Gough, N. (1998b). *All around the world: science education, constructivism, and globalisation*. *Educational Policy*. 12(5), 507-524.
- Gough, N. (2001). Teaching in the crash zone. In J.A. Weaver and M. Morris (Eds.) *Postmodern science educations*. (pp. 175-190). New York: Peter Lang Publishing.
- Greenfield S. (2000). *Brain story and the private life of the brain*.

- London, Penguin.
- Gregory, J. and Miller, S. (1998). *Science in public. Communication, culture, and credibility*. Boston: Plenum Press.
- Gross, A.G. (1994). The role of rhetorics in the public understanding of science. *Public Understanding of Science* 3, 3-23.
- Hansen R.M. and Trefil, J. (1993). *Science matters*. London: Cassell.
- Harre, R., Brockmeier, J. and Muhlhausen, P. (1999). *Greenspeak: a study of environmental discourse*. London: SAGE Publications.
- Hughes, T. (1998). Myth and education. In K. Egan. and D. Nader (Eds.) *Imagination and education* (pp 198-213). New York: Open University Press.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models*. Harvard: Harvard University Press.
- Lanza T. y Negrete A., 2007. From myth to earth education and science communication en Piccardi, L. and Masse W.B. *Myth and Geology*. London. Monography published by The Royal Society of Geology of London. London.
- Lakoff, G. and Nuñez, E.R. (2000). *Where mathematics comes from*. New York: Basic Books.
- Luria, A.R. (1986). *The Mind of the mnemonists*. Cambridge: Harvard University Press.
- McCloud, S. (1993). *L'Art Invisible*. Florence: Vertice Graphic.
- Millar, R. (1998). *Beyond 2000: science education for the future*. London: King's College London.
- Millar, R. (1996). Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review* 77 (280): 7-18.
- Miller A. (1996) *Insights of genius*. London: Springer-Verlag.
- Mitchell, W. J. T. (1981). *On narrative*. Chicago: Chicago University Press.
- Negrete, A. y 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.
- Negrete A. (2008). *La Comunicación Científica a Través de Formas Narrativas*. Libro en Coedición DGDC-CEILCH (UNAM). ISBN 978-97032465-1
- Negrete A. (2009). So What did you learn from the story? Science communication via narratives. VDM Verlag & Co. ISBN 978-3-639-19355-5
- Negrete, A. and Lartigue C. (2010). The science of telling stories: Evaluating science communication via narratives (RIRC method). *Journal of Media and Communication Studies* Vol. 2(4), pp. 98-110, April 2010.
- Negrete, A. (2011). Análisis estructural de dos cómics populares en México como modelos narrativos para la comunicación de información científica médica (SIDA). *Revista En-Claves del Pensamiento*. ITESM. México.
- Newton, D.P. (2002). *Talking sense in science. helping children understand through talk*. London: RoutledgeFarmer.
- Nunan, E.E. and Homer, D. (1981). Science, science fiction, and radical science education. *Science-Fiction Studies* 8, 311-330.
- O'Brian, L. (2000). *Learn to remember*. New York: Duncan Baird Publishers.
- O'Farrell, L. (1994). *Education and the art of drama*. Australia: Deakin University.
- Ogborn, J. Kress, G., Martins, I., and McGillicuddy, K. (1996). *Explaining science in the classroom*. Buckingham: Open University Press.
- Olson, D.R. (1990). Thinking about narrative. In B.K. Britton. and A.D. Pellegrini. (Eds.). *Narrative thought and narrative language* (pp. 99-111). Boston: Hillsdale: Erlbaum.
- Popper, K. R. (1979). *Objective knowledge: an evolutionary approach*. New York: Oxford University Press.
- Propp, V.I. (1968) *Morphology of the folktale*. In L.A. Wagner (Ed.). Austin, TX and London: University of Texas Press.
- Ríos P. y Negrete A. (2010) *Science Communication via Art Installations*. PCST conference New Delhi, India (proceedings)
- Shepard, R. (1988). The imagination of a scientist. In K. Egan, K. and D. Nader (Eds.) *Imagination and education* (pp. 114-132). New York: Open University Press.
- Singh, S. (2001). *How to Write a Winning Story*. The Daily Telegraph.
- Silverman, D. (2003). *Interpreting qualitative data: methods for analysing talk, text and interaction*. London: SAGE Publications Ltd.
- Solomon, J. (1980). *Teaching children in the laboratory*. London: Croom Helm Ltd.
- 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.
- Stenberg, R.J. (2003). *Cognitive psychology*. New York: Thomson Wadsworth
- Sutton, C. (1992). *Words, science, and learning*. Buckingham: Open University Press.
- Tagüña, J. (2002). La divulgación de la ciencia como profesión. En Tonda et al. (Ed.) *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. DGDC-UNAM. México D.F.
- Tarber, K.S. (2001). When the analogy breaks down: modelling the atom on the solar system. *Physics Education* 16, 25-39.
- 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.
- Weinstein, M. (1998). *Robot World*. New York: Peter Lang Publishing Inc.
- Wilsdon J. and Willis R. (2004). *See-through science. Why public engagement needs to move upstream*. Magdalene House. Demos. London.
- Wilton, R.N. (1990). The mediation of paired associate recall by representation of properties ascribed to objects in perception and imagination. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 42A, 611-634.
- Yates, F.A. (1992). *The art of memory*. London: Pimlico.