

Aprendendo com a educação a comunicar ciência como uma boa história¹

1. Tradução: Prof. Dr. Roberto Elísio dos Santos; Digitação: Nathália Macchia Franchin.



Prof. Dr. Aquiles Negrete
Profa. Dra. Cecília Lartigne
University of Bath, UK

Resumo: Comunicadores da ciência devem aprender com os professores de ciência em sua cruzada para reagir às abordagens tradicionalmente chatas e ineficientes para divulgar ciência. Educadores encontram uma necessidade de métodos de ensino que retratam ciência como “muito divertida” e recursos que encorajem as mentes dos estudantes para partir para ação. Narrativas são consideradas por vários autores como recursos altamente válidos para o ensino da ciência. Entretanto, poucas pesquisas têm sido efetuadas para medir a eficiência de narrativas no contexto da comunicação da ciência para o público geral. Trabalhos recentes, contudo, sugerem que narrativas são de fato uma alternativa e um meio importante para a comunicação de ciência para transmitir informação de forma acurada atraente, criativa e memorável. Apresentar informação científica através de histórias, romances, histórias em quadrinhos e peças deveriam ser consideradas como um importante meio para transmitir informações tanto no repertório de professores de ciência como no dos consumidores de ciência.

Palavras-chave: Educação; Ciência; Narrativas.

Abstract: Science communicators must learn from science teachers in his crusade to respond to approaches traditionally boring and inefficient to disseminate science. Educators have a necessity of teaching methods that depict science as “great fun” and resources to encourage the minds of students to go to action. Narratives are considered by many authors as highly valid resources for the teaching of science. However, little research has been conducted to measure the effectiveness of stories in the context of the communication of science to the general public. Recent studies, however, suggest that narratives are indeed an alternative and an important means for communicating science to convey information accurately attractive, creative and memorable. Present scientific information through stories, novels, comic books and theater plays should be considered as an important means to convey information both in the repertoire of science teachers as in the consumers of science.

Key Words: Education; Science; Narratives.

Compreender é especular com imagens.

Giordano Bruno

Assumindo que um currículo específico tem sido escolhido para enriquecer a literatura científica dentro de uma dada sociedade, há duas formas de lidar com a tarefa de sua implantação. Primeiro, para aqueles que ainda frequentam na escola, a informação pode ser transmissão por meio de cursos. Segundo, para aqueles a qual o sistema educacional falhou ou que precisam se atualizar, a informação pode ser acessível de outras formas (HANZEN, TROFIL, 1993). Estes outros meios são os que conhecem a comunicação científica. Apesar das diferenças entre educação científica e comunicação de ciência audiência, tema, modo de transmissão, agenda, instituição envolvida, essas duas disciplinas têm muitos pontos de correção. Seu objetivo geral – literária científica – é análogo, e os problemas de comunicar, recriar ciência de uma maneira compreensível, memorável e agradável são também similares. O objetivo de ambos é ciência; as duas personagens largamente o ideal de um indivíduo capacitado com “ método científico”.

Educação científica tem sido objeto de pesquisa por séculos. Para comunicação científica é, portanto, adequado aprender a partir de experiências com essa disciplina em sua tentativa para ajudar o indivíduo a falar e entender a linguagem da ciência. Além disso, educação científica garante exemplos reais do uso de diferentes recursos e métodos na sala de aula. Narrativas, em particular, são consideradas por diversos autores como os recursos valiosos.

Educação científica

O mais importante ponto de partida para a compreensão da ciência é sem dúvida uma educação científica adequada na escola (Bodmer 1978).

A compreensão a origem das atitudes negativas sobre Ciência pode ajudar a modifica-las. A maior parte dos sistemas educacionais negligiam a exploração, compreensão e reflexão (BLADES, 2001). Professores nas escolas tendem a apresentar a ciência como uma coleção, frequentemente mais detalhadamente que o necessário (Figura

1). Como resultado, as crianças memorizam processos, tais como caminhos bioquímicos de respiração ou da Tabela Periódica, apenas para esquecê-lo rapidamente mediante. A tarefa de aprender fatos e conceitos, uma por vez, torna o aprendizado trabalhoso, chato e ineficiente. Tal abordagem primeiramente empírica e também, em um sentido, sem base científica ou incompleta, consistindo de observação e descrição, mas omitindo a fase fundamental de generalização (SHAYER; ADEY, 1981). Há ainda a necessidade de recursos e métodos de ensinar que facilitem um entendimento profundo da ciência de uma maneira agradável. ciência não deveria ser apenas engraçada no mesmo sentido de jogar videogame mas muito engraçado no sentimento promoção prosseguido de conexão possibilitando somente pelo engajamento da imaginação.

Atitudes do público em torno da ciência deve se muito na forma como a ciência é ensinada nessas instituições hoje a escola é um dia a maioria da população entrar em contato com a instrução formal e explanação de ciência pela primeira vez pelo menos de maneira sistemática é neste ponto que os fundamentos são definidos para o interesse em ciência. O que é ensinado (e como é) neste primeiro encontro vai determinar largamente a visão do indivíduo do assunto na vida adulta (House of Lords 2000). Uma das principais preocupações por parte dos educadores da ciência é modificar a atitude geral dos Estudantes acerca da ciência (APPEL BAUM; 2001). O senso comum entre os alunos é que “ ciência é amedrontadora”, que ela “ é o lugar de embaraço”, que “faz as pessoas se sentirem estúpidas, más e bravas”. Estudantes também tendem a perceber uma grande distância entre suas capacidades e os gênios (cientistas) que aparecem nos livros (TRAWEEK, 1988).

Sutton acredita que os materiais usados na sala de aula deveria permitir liberdade de interpretação, para que as mentes dos estudantes se desenvolvam e que isso vai levar a diferentes conclusões (SUTTON, 1992). Tanto ensinar como aprende envolve um curto nível de negociação de significado entre professores e estudantes. É no espírito das

narrativas ficcionais para permitir liberdade de interpretação, como é a própria ausência do discurso explícito que permite do leitor entrar e engajar na história, armando a imaginação. Explicitamente em contraste, reduziria essa liberdade.

O valor das narrativas em sala de aula

Em primeiro lugar, é essencial admitir que a importância da escola como transmissoras de conhecimento, embora ainda, essencial, tem decrescido em favor dos meios de massa e das tecnologias de entretenimento. (GOUGH, 1988 WEINSTEIN, 1988). Em lugar de negar, resistir ou tentar reverter essa tendência as escolas deveriam encorajar seus estudantes a analisar a cultura de massa e reconhecer seu valor como forma de expressão. (ARONAWITZ; GIROUX, 1991).

A decisão de favorecer livros didáticos de ciências e restringir o uso de outras mídias

na educação científica deve ser considerada. Ciência e tecnologia são representadas em muitas outras formas de comunicação como rádio, televisão, noticiários, revistas, mídia, cinema. (GOUCH, 1993. APPLEBAUM 1995, WEINSTEIN, 1999; WEAVER, 1999) e uma variedade de literatura ficcional incluindo ficção. Tendo em mente que qualquer estudante considera agradável, de entretenimento, ou estimulando ajudá-los de forma mais eficiente (MCLUHAN 1960). Nos temos que incluir todas as mídias culturais de ciência, em particular a ficção científica, fantasia científica, encenação e outras formas de narrativa que valorizam ciência como tema (NUNAN, HOMER, 1981). Essas são todas expressões culturais de ciência em nossa sociedade, são receptáculos do conhecimento científico, e são recursos importantes para a comunicação e educação e educação científica.

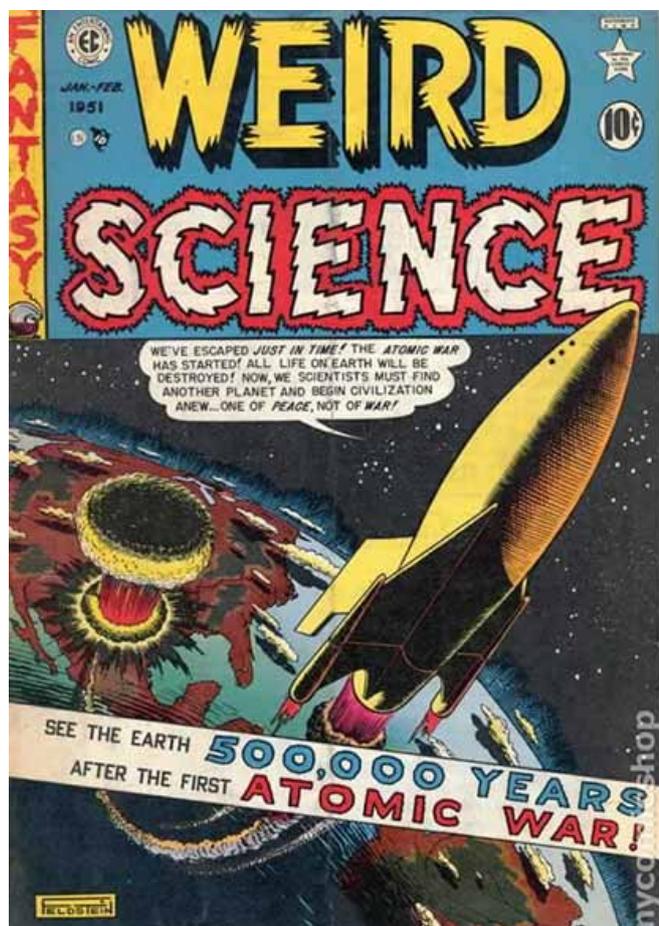


Figura 1 - Capa da edição 5 da revista Weird Science, da E.C. Comics, uma pequena parte da explosão da popularidade da ficção científica em todo tipo de mídia durante os anos 1950. Imagem: Gemstone Publishing, William M. Gaines, Agent, Inc.

A narrativa como forma de arte e de entretenimento, pode promover o interesse dos alunos em ciência. Uma vantagem das explicações científicas é que as suas estruturas subjacentes são similares a essas históricas: elas incluem protagonistas (estudando elétrons e genes) que promulgam uma sequência de eventos com um desfecho (o fenômeno a ser explicado) (OGBORN, 1986). Muitos autores recomendam usar histórias para educação científica. Por exemplo, Solomon acredita que introduzir histórias sobre a história das ciências pode ajudar os estudantes a criar uma cultura científica popular que poderia beneficiar os alunos a compreender a natureza humanística da teoria científica, assim como vários conceitos controversos. (SOLOMON, 1999). Solomon considera que os estudantes podem também ganhar um conhecimento da ciência por meio da narrativa em lugar de enfatizar o aprendizado de definições precisas de tópicos científicos. De maneira similar, GOUGH (1993) recomenda que as lições deveriam analisar textos culturais com conteúdo científico, incluindo narrativas, (relatos históricos de trabalhos científicos, autobiografias de cientistas, revista científica e imagens da ciência nas artes e na mídia popular).

Histórias podem ter um forte efeito nos interesses das crianças. De fato muitos cientistas reconhecem a influência da narrativa na escolha de suas carreiras. Trabalhos feitos por Dawkins, Gould, Crick, Watson e trabalhos de ficção científica “tem inflamado a imaginação dos jovens e deixado uma impressão de deságio pessoal no leitor” (WOOLHOUGH, 1994).

As estratégias narrativas empregadas na ficção tem sido usadas por muitos anos na ciência. Albert Einstein, por exemplo, defendem realismo e relatividade descrevendo um experimento imaginário, o que tornou quase 30 anos para outro cientista reverterem as suas argumentações não ditas e prever os resultados de experimentos viáveis (GOUGH, 1988). Ferramentas literárias são as melhores maneiras de descrever um mundo no qual a realidade existe apenas no nível de experiência

humana (PORUSH, 1991). A aleatoriedade do nosso mundo tem de ser reconhecida, quando os conceitos mais poderosos que a humanidade conceber são dinâmicas de usar a linguagem formal e autoritária da ciência para introduzir, por exemplo, a indeterminação quântica, resultados melhores poderiam ser alcançados por meio da conversa casual de um personagem de um romance, como pode ser visto em Charades, de Janet Turner Hospital (HOSPITAL, 1988).

Histórias são facilmente compreendidas, assim como são memoráveis pelas seguintes razões: elas frequentemente descrevem eventos na ordem em que aconteceram e todos incluindo as crianças, que conhecem essas estruturas ficcionais narrativas parecem encorajá-las a participar de discussões (NEWTON, 2002), ao mesmo tempo, todos elementos em uma história estão conectados e isso permite ser apropriada como uma unidade de imaginação (HUGHES, 1988). Vale a pena salientar que diversos estudos demonstraram que alunos com baixa atenção podem ter grande progresso de sua imaginação for estimulada (SOLOMON, 1980).

De forma complementar, histórias são uma maneira de amplificar emoções (LOTMAN, 1990). Devido a durabilidade de uma memória particular parece defender de quanto excitante a experiência original foi, quanta atenção atraiu, e quanto frequentemente é recordada, e então razoável supor que os elementos de uma história serão parte da memória de longa duração.

Outra característica que faz narrativas memoráveis é que dentro da história uma parte em evoca a próxima e a necessidade por um desfecho envolve o leitor. (OGBORN, 1996). O leitor é cativado pela emergência de suposições do que deve vir na sequência e os elementos subjacentes no que já foi dito. (SUTTON, 1992). Se as histórias são apreendidas apropriadamente, elas se tornam como uma palavra familiar em que basta ouvir um pequeno fragmento é suficiente para que “a história completa do circuito eletrônico para ser inculcada no inconsciente e toda sua luz e poder pode ser exercida.” (HUGHES, 1988).

O valor de usar narrativas na educação científica está relacionada à maneira como o cérebro lida com esse tipo de informação. De forma a compreender esse processo é útil que uma história é formada por seus padrões e imagens. O cérebro usa o padrão de um grupo de imagens para organizar outro grupo. Ele também utiliza uma imagem, outra forma seria imaginável. Consequentemente histórias não apenas iluminam todos os elementos relevantes de nossa própria experiência, mas eles também desenvolvem nossa compreensão. (HUGHE, 1988).

Uma maneira de visualizar as vantagens das narrativas científicas na educação é comparar seu pacto aos textos didáticos tradicionais. Enquanto narrativas mantem o leitor interessado, parcialmente porque eles deixam espaço para a dúvida e a imaginação, textos didáticos são vistos como uma autoridade, e visam não deixar espaço para ambiguidade. (SUTTON, 1992). Adicionalmente, quando histórias são usadas como auxiliares da aprendizagem na sala de aula, a lição ainda está nas mãos do professor, contudo, quando, textos didáticos são empregados a lição não é propriedade do docente mas do autor do livro de texto. (NEWTON, 2002). Como afirma Sutton (1992), as duas formas de leitura do material podem coexistir: uma encorajando a exploração de idéias científicas (narrativas), e a outra sendo usada para formar uma guia de dica rápido e confiável em sua estrutura (textos didáticos). Essa sugestão deriva do ponto de vista expresso por Sutton sobre as maneiras de usar a linguagem.

Há dois propósitos no uso da linguagem, ele argumenta interpretar e rotular. Quando o escritor tem consciência que pode haver alguma dúvida na interpretação das palavras, elas devem ser escolhidas com muito cuidado. Dessa forma de usar a linguagem ocorre quando o propósito é explorar, compreender, ensinar, persuadir e sugerir. Durante esse processo, pensamento e diálogo são dirigidos a uma

direção particular, deixando ao leitor a liberdade para interpretar o significado do texto. (SUTTON, 1992).

Entretanto, quando as palavras relevantes estão prontamente disponíveis para o escritor, a linguagem é usada para rotular, por exemplo, o uso corrente de palavras “célula”, “átomo” e “eléctron”. Livros didáticos geralmente usa linguagem rotulada numa tentativa de transferir significados claros e inequívocos (SUTTON, 1992), uma vez que eles não estão preocupados com a liberdade de interpretação. Em contraste é razoável acreditar que narrativas tendem a incluir linguagem interpretativa, consequentemente reforçando a reflexão e o diálogo com o leitor.

No caminho da narrativa na comunicação científica

Em resumo os seguintes pontos feitos por professores de ciência são particularmente útil para a comunicação científica: a ciência deveria ser apresentada como entretenimento (ciência divertida), mas no sentido de ter uma conexão profunda com a matéria (APPELBAUM; CLARCK, 2001). No que diz respeito a utilização dos recursos, é de suma importância incluir formas alternativas de expressão que permitem liberdade de interpretação, para que os estudantes possam chegar a diferentes conclusões (SUTTON, 1992). Mídias diferentes devem ser usadas porque já se provou que nos, como indivíduos, todos aprendemos de maneiras diferentes: visualmente, pela audição, tato, pelo movimento. Exemplos disso são os meios de comunicação de massa e narrativas. Essas últimas podem ser objeto de análise na sala de aula e narrativas podem ser incluídas como material de leitura, em adição aos livros didáticos tradicionais. Os professores usariam então: (1) narrativas, (2) meio de comunicação de massas, que encorajam a exploração de ideias científicas e (3) textos didáticos, que podem servir como guias rápidos a suas estruturas.

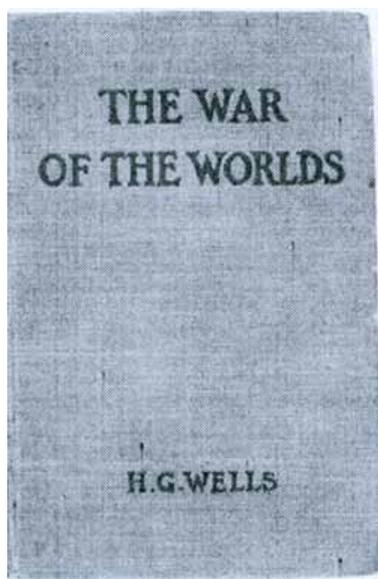


Figura 1 - HG Wells foi um escritor de ficção científica que também era um cientista.

Talvez mais do que qualquer outra peça de ficção científica, sua novela Guerra dos Mundos tem sido traduzida para diferentes mídias. Da esquerda para a direita: a capa da edição original de 1892 do livro Guerra dos Mundos (The British Library).

A chegada dos marcianos em Horsell Common está representada nas ilustrações que acompanhavam adaptação musical da história de Jeff Wayne (Sony Music UK Ltd). O ataque marciano à Terra também foi adaptado em forma de quadrinhos, uma das várias versões que aparecem na edição 14 da Marvel Comics clássicos, de 1976 (Marvel Enterprises Inc.).



Contar um historia é uma forma atraente de criar um interesse em ciência. Narrativas não atraentes e memoráveis, suas estruturas são familiares para as crianças. (NEWTON, 2002) e eles envolvem o leitor em sua necessidade por um desfecho (OGBORNETAL, 1996), e usam uma linguagem interpretativa, que encoraja o pensamento e o dialogo (SUTTON, 1992). Além disso, elas animam a imaginação, que, por sua vez, tem provado facilitar o processo de apreendido. (SOLOMON, 1980).

A evidencia fornecida pela educação científica sugere narrativas desempenham uma parte importante no repertorio do professor e as mídias tem sido usadas com sucesso na sala de aula para difundir conhecimento científico de uma forma acurada, atraente, imaginativa, participatória e memorável.

Embora, como já mencionou, existem diferenças importantes entre a educação científica e comunicação científica, o problema de representar e recriar ciência de maneira compreensível, memorável e gradavel é uma preocupação comum para ambas disciplinas. Comunicação científica deveria atentar para experiências realizadas com o uso de narrativas na aula e deveria começar a considerar essas formas de comunicação como um recurso importante

para comunicar ciência não apenas para crianças, mas para o publico em geral.

Diversos autores fizeram incursões de sucesso na comunicação científica por meio de narrativas, gerando um importante impacto no publico geral em sua percepção da ciência. Exemplo são H.G Wells (figuras 2-4) Edwin A. Abbott, Arthur Conan Doyle, Primo Levi, George Gamon, Lewis Carroll e Anatoly Dnieprov.

Segundo Sanches (1998), livros científicos populares da segunda metade do século XX compartilham a visão comum que o aspecto literário do texto é um dos postulados fundamentais para essa disciplina. Fazendo assim, deixa de ser uma disciplina subsidiaria de ciência e torna-se ao contrario um discurso criativo e autônomo sobre ciência, paralelo a própria ciência, mas com diferentes intenções. Há uma nova geração de comunicadores da ciência que incorporam narrativas, elementos ficcionais e criativos nos seus trabalhos, oferecendo aos publico geral uma passagem atraente e segura ao conhecimento científico. Exemplificam essa postura Ítalo Calvino, George Perec, H.G Gould, William Gibson, Simon Singh, Corl Churchill, Michael Frayn, Tom Stopparde Deborah Levi.



Figura 1 - Várias interpretações de Guerra dos Mundos em diferentes meios de comunicação. Da esquerda para a direita: no jogo para PC, lançado em meados de 1990 foi dada uma oportunidade aos os gamers para ganhar controle da ação na tentativa de conquistar a Terra ou repelir os invasores de Marte. Gene Barry, Ann Robinson e Les Tremayne tremem em face da aparente natureza incontrolável da ofensiva marciana, na adaptação cinematográfica de Guerra dos Mundos realizada em 1953 pela Paramount (MPTV.net). No entanto, os marcianos não eram invencíveis, e morreram uma vez que contrairam resfriado comum como descrito em outra das ilustrações que acompanharam a versão musical da história (Sony Music UK Ltd.).

Os exemplos acima de romances, contos e dramas com conteúdo científico demonstram que um grande esforço foi feito para produzir esses materiais para a comunicação científica, mas quanto o público está realmente aprendendo com estas narrativas? Essa é uma questão importante, que precisa ser respondida.

Experiências e evidências interessantes têm emergido da educação científica com o uso de narrativas na sala de aula, mas pouco tem sido feito para avaliar narrativas no contexto da comunicação científica para o público em geral, mas pesquisas recentes exploram o papel das narrativas como um meio de comunicar idéias científicas ao público geral (NEGRETE, 2003). Os objetivos eram mensurar o sucesso de um trabalho literário para comunicar idéias científicas o quanto de ciência pode ser compreendido e lembrado quando é incluído em um conto comparado à ciência transmitida por meio de textos factuais e quais são as dimensões motivacionais de histórias literárias como ferramentas para comunicar ciência?

Esta pesquisa conclui que os participantes eram capazes de identificar e lembrar, com graus variados de exatidão, a informação científica contida nas histórias. Além disso, alguns eram capazes de aplicar e extrapolar a informação fornecida pelas

histórias. A informação científica, ao que parece, é lembrada mais imediatamente com a leitura de uma história. Contudo, com o passar do tempo, não há diferença estatística sobre a quantidade de informação científica retida comparando os dois formatos. Consequentemente, é possível concluir que ambas as formas de texto são igualmente objetivas para disseminar conhecimento científico apenas com uma diferença, feita pelos participantes, que as narrativas são uma maneira mais atraente e agradável de aprender esse tipo de informação.

Narrativas são uma alternativa e um importante meio para a educação e comunicação científica. Elas podem fornecer uma forma acurada de representar e comunicar conhecimento, um gatilho emocional efetivo, uma estrutura duradoura de memória, um meio agradável e uma poderosa ajuda por o aprendizado. Apresentar informações científicas por meio de histórias, romances, quadrinhos e peças deveriam ser considerados como um meio importante para transmitir informações ao repertório tanto de professores como de comunicadores. À medida que os comunicadores se voltam para as narrativas para explicar questões científicas contemporânea, é razoável esperar que a evolução desse meio de comunicação ao público em geral se torne um desafio mais sistemático.



Figura 4 - A popularidade de Guerra dos Mundos está mais forte do que nunca, o que levou a Sony a lançar uma versão vanguardista da adaptação musical de Jeff Wayne no início do século 21 (Sony Music UK Ltd.).

Referências

- Appelbaum, P. and Clark, S. Science! Fun? A critical analysis of design/content/evaluation. In: *Journal of Curriculum Studies* 33, 2001, p. 583-600.
- Applebaum, P.M. *Popular Culture, Educational Discourse, and Mathematics*. New York: University of New York Press, 1995.
- Aronowitz, S. and Giroux, H. A. *Postmodern Education: Politics, Culture, and Social Criticism*. Jackson: University of Minnesota Press, 1991.
- Blades, D. W. (2001) The simulacra of science education. In: Weaver, J.A. and Gough, N. *Reflections and diffractions: functions of fiction in curriculum inquiry*. In: Pinar, W. F. (ed.). *Curriculum: Towards New Identities*. Louisiana Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 1988, pp. 93-127.
- Bodmer, W. The public understanding of science. In: *Science and Public Affairs*, 1987, p. 69-88.
- Gough, N. (1993) Environmental education, narrative complexity, and postmodern science/ fiction. *International Journal of Science Education* 15, 1993, p. 607-625.
- Gough, N. *Laboratories in Fiction: Science Education and Popular Media*. Deakin University, 1993.
- Hanzen, R. M. and Trefil, J. *Science Matters*, Cassell, 1993.
- Hospital, J. T. *Charades*. University of Queensland Press, 1988.
- House of Lords. *Third Report on Science and Technology*, 2000. ([http:// www.parliament.the-stationery-office.co.uk/pa/ld199900/ldselect/ldsctech/38/3801.htm](http://www.parliament.the-stationery-office.co.uk/pa/ld199900/ldselect/ldsctech/38/3801.htm))
- Hughes, T. Myth and education. In: EGAN, K. and NADANER, D. (eds.) *Imagination and Education*. Open University Press, 1988, pp. 30-44.
- Lotman, M.Y. *Universe of the Mind: A Semiotic Theory of Culture*. Indiana University Press, 1990, p. 1-53.
- McLuhan, M. Classroom without walls. In: CARPENTER, E. and McLUHAN, M. (ed.). *Explorations in Communication*. Boston: Beacon, 1960, p. 1-3.
- Morris, M. (eds.) *Postmodern Science Educations*. Peter Lang Publishing, 2001, p. 57-94.
- Negrete, A. Science via fictional narratives: communicating science through literary forms. In: *Ludus Vitalis* 10, 2003, p. 197-204.
- Newton, D.P. *Talking Sense in Science*. Routledge Farmer, 2002.
- Nunan, E.E. and Homer, D. Science, science fiction, and radical science education. In: *Science-Fiction Studies* 8, 1981, p. 311-330.
- Ogborn, J.G. et al. *Explaining Science in the Classroom*. Open University Press, 1996.
- Porush, D. Literature as a dissipative structure: Prigogine's Theory and postmodernism's roadshow. In: HAYLES, N. K. (ed.). *Chaos and Order: Complex Dynamics in Literature and Science*. University of Chicago Press, 1991, p. 54-84.
- Sanchez Mora, A. M. *La Divulgacion de la Ciencia como Literatura*. UNAM: Direccion General de Divulgacion de la Ciencia, 1998.
- Shayer, M. and Adey, P. *Towards a Science of Science Teaching*. Heinemann Educational Books, 1981.
- Solomon, J. Meta-scientific criticisms, curriculum innovation and the propagation of scientific culture. In: *Journal of Curriculum Studies*, 31, 1999, p. 1-15.
- Solomon, J. *Teaching Children in the Laboratory*. London: Croom Helm Ltd., 1980.
- Sutton, C. *Words, Science, and Learning*. Buckingham Open University Press, 1992.
- Traweek, S. *Beamtimes and Lifetimes: the World of High Energy Physics*. Cambridge University Press, 1988.
- Weaver, J. Synthetically growing a post-human curriculum: Noel Gough's curriculum as a popular cultural text. In: *J. Curriculum Theorizing* 15, 1999, p. 161-169
- Weinstein, M. *Robot World*. Peter Lang Publishing, 1998.
- Weinstein, M. (1998) Playing the paramecium: science education from the stance of the cultural studies of science. *Educational Policy* 12, 484-506.
- Woolnough, B.E. *Effective Science Teaching*. Open University Press, 1994.