

COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA: reflexões sobre o conceito

Rita de Cássia do Vale Caribé*

RESUMO

Os conceitos de qualquer campo do conhecimento são fundamentais para o seu estudo e comunicação. Assim, propõe-se analisar os diferentes conceitos relacionados à comunicação científica. Percebe-se que comunicação científica aparece como termo genérico ao qual outros encontram-se subordinados. Seu campo semântico inclui a comunicação da informação gerada a partir dos métodos das ciências, tanto para os pares quanto para o público leigo. Ocorrências tais como difusão científica, divulgação científica, popularização da ciência, disseminação científica são termos específicos de comunicação científica, seus conceitos estão relacionados às atividades desenvolvidas por diferentes pessoas e instituições com o objetivo de levar a informação científica aos grupos sociais. Os termos percepção pública da ciência, compreensão pública da ciência, educação científica, alfabetização científica, citados com mais frequência na literatura estrangeira, referem-se ao conjunto de competências (conhecimentos, habilidades e atitudes) a serem desenvolvidas nos indivíduos que integram o grupo para o qual a comunicação é dirigida. A natureza dos conceitos veiculados por esses termos são vistos e analisados a partir da definição de processo. O primeiro conjunto de termos identifica-se com o processo em si, um conjunto de atividades desenvolvidas para um determinado público. O segundo conjunto de termos identifica-se com os *outcomes* do processo, as mudanças comportamentais e desenvolvimento de competências nos receptores.

Palavras-chave: Comunicação científica. Popularização Científica Percepção pública da ciência. Compreensão pública da ciência. Educação científica. Alfabetização científica.

* Doutora em Ciência da Informação pela Universidade de Brasília, Brasil. Professora Adjunta da Faculdade de Ciência da Informação da Universidade de Brasília, Brasil. E-mail: rita.caribe@gmail.com.

I INTRODUÇÃO

O entendimento e comunicação de qualquer disciplina ou ciência dependem de sua terminologia. Em comunicação científica observa-se a carência de estudos mais aprofundados sobre sua abrangência e significado. Neste trabalho estuda-se, de forma não exaustiva, as relações existentes entre os termos e os conceitos associados à comunicação científica.

Na literatura estudada observa-se uma variedade de termos e conceitos usados para

descrever as relações, os processos e a natureza da comunicação científica. As ocorrências mais comuns são: alfabetização científica, analfabetização científica, compreensão pública da ciência, comunicação científica, comunicação pública da ciência, cultura científica, difusão científica, disseminação científica, divulgação científica, educação científica, jornalismo científico, percepção pública da ciência, popularização da ciência, vulgarização da ciência. Assim, utilizando-se da técnica de análise documental, procedeu-se ao estudo dos termos e conceitos encontrados no campo terminológico da comunicação científica.

A comunicação científica é um processo de comunicação clássico, tal como descrito, em 1949, por Shannon e Weaver (emissor, mensagem/canal e receptor). Ressalta-se que o conteúdo informacional é gerado a partir dos processos da ciência, por cientistas, pesquisadores, acadêmicos e outros profissionais do campo das ciências.

Entende-se por processo o conjunto de atividades estruturadas, desenhadas e organizadas, através do tempo e do espaço, com início e fim, para produzir determinado *output* (produto, serviço ou informação) para um cliente, a partir dos *inputs* (pessoal, capital, materiais, recursos, informações, opiniões ou qualquer outra coisa que alimente o processo em suas atividades de transformação). O *outcome* significa o resultado, o impacto do *output* no receptor, o cliente (CARIBÉ, 2009).

Nesse contexto, o termo **comunicação científica** é um termo genérico. Infere-se que difusão científica, divulgação científica, popularização da ciência, disseminação científica são termos subordinados e específicos de comunicação científica. Estão relacionados às atividades desenvolvidas por diferentes pessoas e instituições, com o objetivo de levar a informação científica a determinado grupo social. Esses termos são vistos como processos, ou seja, atividades desenvolvidas com o objetivo de levar a informação científica ao cliente, o grupo social.

Os termos percepção pública da ciência, compreensão pública da ciência, educação científica, alfabetização científica estão centrados no indivíduo que recebe as mensagens, ou seja, indicam o conjunto de competências (conhecimentos, habilidades e atitudes) que serão desenvolvidas nos indivíduos que integram o grupo para o qual a comunicação é dirigida. Estão centrados na geração de resultados, *outcome*, nas mudanças comportamentais e no desenvolvimento de competências nos receptores.

2 A COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA: CONCEITO GENÉRICO

A comunicação científica integra o processo de produção e desenvolvimento da ciência, tão vital como a fase de coleta e análise dos dados. A ciência, pela sua própria natureza, representa o conjunto de conhecimentos públicos,

resultado da atividade coletiva em que cada pesquisador acrescenta e agrega sua contribuição pessoal (MEADOWS, 1999; ZIMAN, 1981).

A autoria do termo **comunicação científica** é imputada a John Desmond Bernal. No capítulo *Comunicação científica* do livro *A função Social da Ciência* (1939), ele incorpora as atividades associadas à produção, disseminação e uso da informação, desde o momento da concepção da ideia pelo cientista até a informação referente aos resultados alcançados ser aceita como constituinte do estoque universal de conhecimentos pelos pares. A abrangência do termo se amplia para além das fronteiras da comunidade científica quando defende que, tanto o cientista quanto o público leigo, receberiam as informações necessárias e úteis para o desenvolvimento de seus trabalhos ou de suas atividades cotidianas. Neste sentido, a informação científica fluiria, não somente entre os cientistas, mas chegaria também até o público em geral. Nessa perspectiva, a comunicação científica é vista sob dois aspectos: o interno, relativo à comunicação no âmbito da comunidade científica, e a comunicação no ambiente externo à comunidade científica denominada de educação científica e popularização da ciência (*popular science*).

A comunicação científica é considerada por Lievrouw (1990) como termo amplo. Para ela o termo refere-se ao processo comportamental associado à criação e à comunicação de ideias, entre os cientistas, tanto no âmbito interno – comunidade científica – como no âmbito externo – público em geral. A extensão desse fenômeno se estende desde a escala micro de interação entre os colegas de pesquisa da comunidade científica, até a escala macro de representação das novas ideias na mídia de massa.

O processo de comunicação é entendido como qualquer atividade ou comportamento que facilita a construção e o compartilhamento de significados entre indivíduos, que são considerados pelos comunicadores como os mais úteis ou apropriados em determinada situação. A estrutura de comunicação consiste no conjunto de relacionamentos entre os indivíduos unidos pelos significados que constroem e compartilham entre si. O modelo de comunicação científica proposto por Lievrouw (1990, 1992) (LIEVROUW; CARLEY, 1990) apresenta os distintos tipos de processos e estruturas de comunicação.

Ela propõe três estágios progressivos para a atividade científica:

- 1. Conceção** (*conceptualization*): Os indivíduos compartilham nesse estágio: grande quantidade de informação tanto científica quanto social; interesses, conceitos e métodos; um único paradigma científico. Utilizam discurso comum; o vocabulário é extenso, especializado e compartilhado por todos; há certa homogeneidade social e cultural. A comunicação ocorre de maneira direta, informal e interpessoal; diádica ou em pequenos grupos; conversas de corredor (*hallways chats*), reuniões de grupos de trabalho. Os contatos são informais e intensos. As estruturas de comunicação são informais, o que facilita a interação interpessoal. Utilizam pequenos grupos formados por pares colaboradores; por pesquisador/professor e estudantes; frentes de pesquisa; redes interpessoais com menos de cem integrantes ou pequenos grupos (*clusters*).
- 2. Documentação** (*documentation*): Nessa etapa, eles compartilham muita informação científica, porém há pouca interação social. Partilham conhecimento, métodos e discursos; podem ou não concordar com o mesmo paradigma científico, pois geralmente utilizam múltiplos paradigmas; os canais formais de comunicação são mais utilizados que os informais; os contatos são mais formais e menos frequentes; os grupos são mais heterogêneos, social e culturalmente; e o vocabulário é menos compartilhado. A natureza formal das estruturas de comunicação (sociedades profissionais) e dos processos (publicar, especialmente em periódicos de interesse) durante a etapa de documentação tende a direcionar a difusão de novas informações. O processo de comunicação é mais formal e produz registros na forma de documentos provenientes de um corpo coerente de pesquisa. Há certa limitação para a comunicação de ideias, pois o cientista adapta-se às convenções exigidas pelo meio de comunicação ou outros canais utilizados nessa fase. Desta forma, as convenções de estilo e de linguagem limitam a compreensão por grupos que não integram o campo.
- 3. Popularização** (*popularization*): Nesse nível os indivíduos compartilham ampla base de conhecimento; pouco ou nenhum vocabulário comum, exceto termos da moda; pouca ou nenhuma coesão social; extrema heterogeneidade. As ideias científicas podem tornar-se parte do discurso público por meio de diferenciados canais: jornais e noticiários, decisões de políticas públicas, prêmios, publicidade, transferência de tecnologia ou *marketing*. A interação cultural; altamente formalizada, por exemplo, programas de massa via mídia. Os processos de comunicação tendem a encorajar a aculturação de ideias por meio da aceleração do desenvolvimento de instituições, de prêmios, da introdução de novas palavras na linguagem, ou ainda, incentivar novos tipos de comportamentos sociais em consequência de inovações científicas ou ideias. É nessa etapa que aparecem os intermediários da informação científica direcionada ao público leigo - editores, agentes, entrevistadores, jornalistas etc. Esses intermediários criam uma representação concreta da ideia científica abstrata para apresentá-la ao público. O cientista fica isolado ou mantém contato com *clusters* diversos, sua relação com o público em geral é impessoal, com estrutura complexa de intermediários de informação. O público leigo pode ter acesso ao cientista, somente por meio de cartas ou lendo seus artigos e livros, que, no entanto, podem ser lidos e compreendidos pelo grupo que integra o campo científico do pesquisador. Além desses efeitos, a popularização provoca a evolução subsequente de novos conceitos, gerando rodadas sucessivas de ideias e mudanças interpessoais entre cientistas quando o ciclo da comunicação novamente se inicia. A popularização de determinada ideia pode também influenciar as agendas de decisão das políticas públicas que financiarão futuras pesquisas. A estrutura de comunicação mais importante nessa fase é o público geral - audiência de massa - definido como indivíduos dentro da mesma sociedade que compartilham informação e cultura comum com

pequeno grupo específico (científico ou social). Comparando-se com as estruturas de comunicação das etapas anteriores observa-se que nessa fase as estruturas são grandes e difusas, variando de um grupo menor para outro formado por milhares ou milhões de indivíduos.

Constata-se assim que os dois primeiros estágios do modelo de Lievrouw (1990) (concepção e documentação) localiza-se na zona interna da comunidade científica, enquanto que a popularização encontra-se na fronteira e região externa dessa comunidade, pois consiste na comunicação científica direcionada ao público em geral. Todavia, em *Communication and the social representation of scientific knowledge* (1990), a autora revela que nem todas as ideias científicas são popularizadas, pois transitam com frequência apenas entre as duas etapas iniciais. Um conceito ou problema, em comunicação científica, somente transcende aos dois primeiros estágios quando seus interesses se ampliam para além da comunidade.

Em estudo mais contemporâneo, Burns, Connor e Stockmayer constatam que na literatura o termo comunicação científica “carece de clareza”. Para eles comunicação científica pode ser conceituada como o

[...] uso de habilidades apropriadas, meios de comunicação, atividades e diálogo para produzir uma ou mais das seguintes respostas pessoais à ciência [fazendo uma analogia com as vogais AEIOU]: consciência [Awareness], entretenimento [Enjoyment], interesse [Interest], formação de opinião [Opinion-forming] e compreensão ou entendimento [Understanding] [...] (BURNS; CONNOR; STOCKMAYER, 2003, p. 183).

Trata-se de conceito amplo que fornece uma visão do tipo *outcome*, ou seja, de resultado do processo de comunicação.

3 CONCEITOS RELACIONADOS À COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA COMO PROCESSO

Na obra *Entretiens sur la pluralité des mondes* (*Diálogos sobre a pluralidade dos mundos*) publicada

em 1686, Bernard de Bouyer de Fontenelle faz referência explícita à necessidade de buscar uma linguagem explicativa com o objetivo de satisfazer tanto ao mundo sábio quanto ao público leigo. Semir (2002) considera esta como a primeira definição de divulgação científica. Cabe ressaltar que o termo **divulgação** ainda não existia como tal nos dicionários do século XVII, ocorrências registradas apenas dois séculos mais tarde. Etimologicamente os termos divulgação e vulgarização são formados pelo antepositivo *vulg*, do latim, que significa povo, plebe, o qual apareceu em vocábulos de origem latina como vulgar, vulgo e vulgívago a partir do século XIV, e a partir do século XIX apareceram os termos: divulgar, divulgação, invulgar etc. (HOUAISS, 2010).

O termo vulgarização surgiu originariamente na França, no entanto, a palavra do francês *vulgaire* (vulgar) do latim *vulgus*, de homem comum, inicialmente não possuía, significado pejorativo e era sinônimo de comum e popular. A conotação pejorativa veio mais tarde, caracterizando o adjetivo *vulgaire*, o substantivo *vulgarité* e o verbo *vulgariser*, chegando, no final, ao termo *vulgarisation*, que foi criado por volta de 1789, como esclarecem Schiele, Amyot e Benoit (1994).

Segundo os mesmos autores, o termo vulgarização da ciência (*vulgarisation des science*, em francês – *science vulgarization*, em inglês) surgiu na França, no século XIX, em substituição ao termo *science populaire*, em francês – *popular science*, em inglês. Tal fato foi resultado de intenso debate, no qual Auguste Comte, François Arago e Camille Flammarion defenderam o termo *science populaire*, pois o consideram mais lucrativo, comum, positivo, exaustivo e usual, cuja natureza distinguia perfeitamente da ciência formal, matematizada e abstrata, e criticaram o termo *scientific vulgarization*, pois acreditavam que este era simples adaptação ou tradução da ciência para outro idioma. O termo divulgação não é utilizado nos países de língua inglesa, as derivações do latim *vulgus* são encontradas apenas nos idiomas de origem latina como o francês, o espanhol e o português, como é o caso da divulgação.

Bueno (1984; 2010) e Calvo Hernando (2006), ambos baseados no trabalho do filósofo venezuelano Antônio Pasquali, apresentam análise conceitual dos termos difusão,

disseminação, divulgação e jornalismo científico. Os autores evidenciam a relação de inclusão ou de complementaridade entre esses termos, do tipo gênero-espécie. Os parâmetros que diferenciam os termos difusão e divulgação são os denominados: nível de codificação (linguagem) e universo receptor (público-alvo).

A **difusão científica** é todo e qualquer processo ou recurso utilizado na veiculação de informações científicas e tecnológicas, como o envio de mensagens elaboradas em códigos ou linguagens universalmente compreensíveis à totalidade do universo receptor disponível, em determinada unidade geográfica, sociopolítica ou cultural. Esse termo genérico engloba todos os tipos de comunicação de informação científica e tecnológica. A difusão é subdividida em dois níveis, de acordo com a linguagem e o público ao qual se destina. Assim, existe a difusão para cientistas, denominada disseminação da ciência, e existe a difusão para o público em geral, denominada divulgação científica.

O termo difusão científica abrange os periódicos especializados, bancos de dados, sistemas de informação acoplados aos institutos e centros de pesquisa, serviços de alerta das bibliotecas, reuniões científicas (congressos, simpósios, seminários etc.), seções especializadas das publicações de caráter geral, páginas de ciência e tecnologia de jornais e revistas, programas de rádio e televisão dedicados à ciência e à tecnologia, cinema dito científico e os colégios invisíveis (BUENO, 1984; 2010; CALVO HERNANDO, 2006). Portanto, **difusão** é termo genérico, enquanto **disseminação da ciência** e **divulgação científica** são termos específicos, em relação hierárquica do tipo gênero-espécie.

Para esses autores disseminação da ciência é a transferência de informação científica, transcrita em códigos especializados, direcionada ao público seletivo de especialistas, em outras palavras, é o envio de mensagens elaboradas em linguagens especializadas a receptores selecionados e restritos, classificada de comunicação horizontal. De acordo com essa definição a disseminação científica abrange dois níveis:

- Intrapares – circulação de informações científicas e tecnológicas entre especialistas de uma área ou de áreas conexas. Caracterizam-se por público especializado,

conteúdo específico e código fechado. Periódicos especializados ou reuniões científicas orientadas a um universo limitado de interessados.

- Extrapares – circulação de informações científicas e tecnológicas para especialistas que estão fora da área-objeto da disseminação. Compreende público especializado, embora não necessariamente no domínio específico. São os periódicos que apresentam pontos de interesse para diferentes especialistas, constituindo-se em abordagem multidisciplinar que podem ser consumidos por diferentes especialistas e não obrigatoriamente por apenas um grupo. Há ainda informações especializadas disseminadas deliberadamente para públicos, também especializados, mas de outra área.

Para esses autores, a divulgação científica constitui-se no processo de transmissão de informações científicas e tecnológicas ao grande público, em linguagem decodificada e acessível. É o envio de mensagens, elaboradas a partir da recodificação de linguagens científicas para linguagens compreensíveis pelo homem comum, à totalidade dos receptores disponíveis. Assim, a principal característica da divulgação é o processo de recodificação, de transposição de linguagem especializada para linguagem cotidiana, fazendo uso de metáforas, com o objetivo de tornar o conteúdo acessível ao grupo amplo de receptores.

Para Reis (1982), divulgação científica é a “veiculação em termos simples da ciência como processo, dos princípios nela estabelecidos, das metodologias que emprega”. Complementando com Almeida (1931), a divulgação científica produziria como resultado a familiaridade dos indivíduos com as coisas da ciência, gerando, como consequência, a confiança nos métodos científicos, a consciência dos serviços que a ciência pode prestar. Reforçando, para Silveira (2000), a vulgarização da ciência tem como objetivo divulgar a ciência para todos.

O termo **popularização da ciência** ou **popularização científica** aparece nos países anglófonos, porque os termos vulgarização e divulgação, ambos de origem latina, não são utilizados. Esse termo é definido por Mueller (2002, p. 1), como o “processo de transposição

das ideias contidas em textos científicos para os meios de comunicação populares”. Constatase nesse caso o aparecimento da relação de sinonímia entre os termos divulgação científica e popularização da ciência.

Lievrouw (1990) definiu **popularização** como o estágio do ciclo da comunicação científica, em que a ideia científica, por meio de sua representação na mídia de massa, passa a fazer parte do discurso cotidiano do público leigo. Ela afirmou, apoiada nas teorias de Gamson, que a mídia tem a capacidade de formar o discurso do público em geral, e de reproduzir a cultura dominante. De acordo com essa abordagem, a popularização torna-se o resultado do processo da comunicação científica quando incorpora o conhecimento ao discurso cotidiano.

A popularização da ciência possui três objetivos básicos, na visão de Silva, Arouca e Guimarães (2002): 1) afirmar o direito de cidadania com relação ao conjunto das questões científicas e tecnológicas; 2) despertar vocações científicas nos jovens e, 3) gerar parâmetros para a própria comunidade científica.

O termo **popularização da ciência** foi analisado por Hilgartner (1990), a partir da abordagem da sociologia do conhecimento científico. A concepção culturalmente dominante de popularização da ciência repousa em dois modelos de estágios: primeiramente os cientistas desenvolvem um conhecimento genuíno; subsequentemente popularizadores disseminam, amplamente, esse conhecimento em versões adaptadas para o público, e muitas vezes, distorcem ou degradam as ideias originais. Na melhor das hipóteses a popularização da ciência é vista como simplificação apropriada, desenvolvida como tarefa de pequeno *status* pela área de educação, por pessoas não especialistas. Na pior das hipóteses, ela é considerada poluição, distorção da ciência por pessoas estranhas ao campo científico, tanto pelos jornalistas como pelo público que interpreta mal grande parte daquilo que lê.

A fronteira entre o conhecimento científico genuíno e o popularizado é ambígua, flexível e dependente do contexto. Hilgartner (1990) discutiu que o conhecimento científico pode ser apresentado em diferentes contextos, que pode variar desde o contexto mais restrito à comunidade científica por meio de artigos especializados, revisões de literatura, livros

textos, documentos de política, como pode também ir em direção ao contexto mais amplo, direcionado ao público em geral. Ele descreveu esses dois pontos extremos como tendo em uma ponta, o conhecimento científico e na outra, o conhecimento popularizado, transitando entre um conjunto binário de categorias.

4 CONCEITOS RELACIONADOS AOS RESULTADOS DO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

O termo compreensão pública da ciência (*Public understanding of science, PUS*) pode ser traduzido como entendimento ou compreensão pública da ciência. Nasceu como área acadêmica interdisciplinar, conforme estudo realizado na Inglaterra que ficou conhecido como *Bodmer Report* (BODMER, 1985). Seu significado aparece no texto como sendo o desenvolvimento da compreensão, tanto em relação ao significado quanto às implicações do conceito, ação ou processo baseado em princípios apropriados comumente aceitos, que são as teorias da ciência, as leis e os processos identificados na ciência junto com alguma apreciação de suas ramificações. A compreensão pública da ciência (PUS) inclui compreensão da natureza da atividade científica e da pesquisa, e não somente o conhecimento de alguns fatos. Obviamente que o nível de entendimento necessário varia de acordo com o propósito, por exemplo, em relação à ocupação e responsabilidade do indivíduo.

O relatório *Third Report – Science and Technology* do House of Lords (REINO UNIDO, 2000), complementa a compreensão pública da ciência (PUS) como sendo o entendimento de questões científicas por não especialistas. Não significa o conhecimento abrangente de todos os ramos da ciência. Contudo, inclui o entendimento da natureza dos métodos científicos, dos testes de hipóteses por meio de experimentação, da consciência dos avanços científicos atuais e de suas implicações. A compreensão pública da ciência (PUS) tornou-se palavra sintetizadora para significar todas as formas de expansão da comunidade científica, bem como por outros em seu favor (escritores de ciências, museus, organizadores de eventos) ao público em ampla escala, com o objetivo de aperfeiçoar esse entendimento.

No caso da consciência, também traduzida como percepção pública da ciência (*Public awareness of science*, PAS), o conceito refere-se a estar ciente, não ignorante. Liga-se diretamente ao resultado decorrente do processo de comunicação científica para o público leigo, como o resultado gerado no indivíduo a partir do processo de comunicação, o *outcome*. A percepção pública da ciência (PAS) é definida como o conjunto de atitudes em direção à ciência e tecnologia que são evidenciadas por atividades e intenções comportamentais. As habilidades dos indivíduos que lhe permitem acessar o conhecimento científico e tecnológico e o senso de posse desse conhecimento dão-lhes confiança para que explorem suas ramificações, isso permite o entendimento dos produtos e ideias-chave e de como essas se realizam, resultando em avaliação do estado de conhecimento científico e tecnológico e de sua importância para a vida pessoal, social e econômica (GILBERT; STOCKLMAYER; GARNETT, 1999 *apud* BURNS; CONNOR; STOCKLMAYER, 2003). Os autores ressaltam que houve momentos em que a percepção pública da ciência (PAS) foi utilizada como a compreensão pública da ciência (PUS), apesar da semelhança e sobreposição de objetivos e limites. Porém, a percepção pública da ciência (PAS) aparece predominantemente sobre as atitudes em relação à ciência, pré-requisito e componente fundamental da compreensão pública da ciência (PUS) assim como da alfabetização científica.

A base para compreensão pública da ciência (PUS) e percepção pública da ciência (PAS) está na educação científica (BODMER, 1985; REINO UNIDO, 2000). Após chegar à idade adulta o contato do indivíduo não se dará mais por intermédio da escola, e sim pelos meios de comunicação (jornal, televisão, cinema, teatro) e, atualmente, também por meio da Internet.

A educação científica, defendida por Millar e Osborne (1998), compõe-se de três aspectos para o entendimento da ciência, que também podem ser utilizados para a compreensão pública da ciência (PUS):

- a) entendimento do conteúdo da ciência ou conhecimento científico substantivo;
- b) entendimento dos métodos de pesquisa, também denominado processo;
- c) entendimento da ciência como organização social, que significa consciência dos

impactos da ciência nos indivíduos e na sociedade.

Educação científica tem como conceito a inclusão, ao longo do ensino formal, de conteúdos ligados à ciência e tecnologia, com ênfase nos princípios, incluindo aplicações práticas e sociais da ciência. A educação científica começaria no nível educacional fundamental fornecendo a base para o entendimento futuro no nível médio, desenvolvendo habilidades de observação, exploração e solução de problemas. Nos currículos seriam incluídas as ciências básicas (física, biologia e química) e suas inter-relações, bem como as ciências da terra, em que os professores coordenariam com atividades práticas e exemplos da vida diária de forma a tornar a ciência interessante e relevante para a vida presente e futura das crianças e adolescentes (BODMER, 1985).

Para Roitman (2007, p. 7) a educação científica desenvolveria “habilidades, definir conceitos e conhecimentos, estimulando a criança a observar, questionar, investigar e entender de maneira lógica os seres vivos, o meio em que vivem e os eventos do dia a dia”. Estimularia a curiosidade, a imaginação e o entendimento do processo de construção do conhecimento, além de contribuir para despertar o interesse de futuros cientistas. O conceito de educação científica incorpora, também, a educação científica informal.

Segundo Millar e Osborne (1998), a educação científica estaria presente durante a educação infanto-juvenil, dos 5 aos 16 anos, ocupando 20% do tempo dos currículos direcionados à faixa entre 14 e 16 anos. O currículo de ciências dos 5 aos 16 anos seria visto como iniciação e fortalecimento da alfabetização científica, não como fim em si mesmo, mas como a preparação para aprofundamentos futuros, provendo as bases para a preparação do indivíduo para a vida e para o exercício da democracia. O currículo de ciências constituir-se-ia do conjunto articulado de objetivos ou modelo combinado que possibilite o desenvolvimento da capacidade científica de crianças e jovens; atenderia à diversidade de interesses das diferentes faixas etárias, de forma a despertar interesse para a vida adulta. A importância da inserção da ciência nos primeiros anos tem como objetivo prover estrutura que permita

desenvolver a curiosidade da criança em relação ao mundo natural que a envolve, bem como a habilidade de observação e de uso da linguagem com a finalidade de descrever determinado fenômeno.

Continuando, Millar e Osborne (1998) apontam que a educação de ciências na escola teria como objetivo produzir uma população que lide de forma confortável, com competência e confiança com questões científicas e técnicas e produtos. O currículo de ciências forneceria conhecimento científico suficiente para capacitar os estudantes a ler e compreender artigos simples de jornal sobre ciências, e acompanhar com interesse programas de TV sobre novos avanços das ciências. A educação científica capacitá-los a expressar sua opinião sobre questões sociais e éticas em relação a problemas importantes com os quais eles são confrontados. A educação científica contribuiria para a formação de base, de forma que caso surja qualquer necessidade, o indivíduo teria a capacidade para se retrainar na atividade relacionada à ciência ou a tecnologia no processo de desenvolvimento de sua carreira.

Outro termo encontrado na literatura refere-se à **alfabetização científica** ou **alfabetização em ciências** (*scientific literacy*). Cunhado na década de 1950 foi utilizado pela primeira vez, na forma impressa, na publicação *Science Literacy: Its Meaning for American Schools*, de autoria de Paul Hurd, em 1958. O lançamento do Sputnik provocou diversas reações nos Estados Unidos gerando uma revolução na educação científica, traduzida, entre as décadas de 1950 e 1970, por grande preocupação por parte do governo americano no sentido de educar as crianças para o desenvolvimento científico e tecnológico, preparando-as para contribuir, interagir, usufruir.

Quanto à evolução do conceito, o intervalo entre 1957 e 1963 foi denominado por Roberts (1983 *apud* LAUGKSCH, 2000), como período de legitimação do conceito. Nessa época a necessidade da alfabetização científica era fortemente defendida, porém não havia preocupação com seu significado. O espaço de tempo seguinte correspondeu ao período de interpretação, quando ocorreu a proliferação de diferentes significados, chegando a ser considerada tudo o que pode ser feito na educação científica - conceito bastante amplo. O período, correspondente ao final dos anos 1970 e início dos 1980, foi caracterizado pela múltipla

variedade de definições e interpretações para o termo.

Estudo do conceito foi realizado por Laugksch (2000) que o considerou difuso, controverso, complexo e mal definido. Ele percebeu que diversos conceitos estavam baseados em resultados de pesquisas empíricas, porém outros em percepções pessoais sobre as características, critérios para definir se o indivíduo está alfabetizado cientificamente.

Após estudo, Burns, Connor e Stockmayer (2003) concluíram que o termo não era claro em diversos usos, muitas vezes devido à sua natureza complexa e dinâmica, tendo sido ampliado ao longo dos anos, de habilidade para ler e compreender conteúdos relacionados com ciência, para o entendimento e aplicação dos princípios científicos na vida cotidiana.

O primeiro conceito, elaborado em 1959, por Charles Percy Snow, cientista e escritor, que escreveu a obra *The Two Cultures*, propunha a divisão entre intelectuais alfabetizados e os cientistas, o que demonstrava clara divisão, hostilidade e falta de entendimento entre as duas culturas (LAUGKSCH, 2000).

A pesquisa empírica realizada por Pella (1966 *apud* LAUGKSCH, 2000) com o objetivo de definir o termo, utilizou cem artigos publicados entre 1946 e 1964. Concluiu que os atributos para considerar o indivíduo cientificamente alfabetizado, estavam relacionados à sua compreensão quanto às inter-relações da ciência com a sociedade, à ética que controla o cientista em seu trabalho, à natureza da ciência, às diferenças entre ciência e tecnologia, aos conceitos básicos em ciência e aos inter-relacionamentos entre ciência e humanidade. Destacou as três primeiras como as mais importantes.

O estudo realizado por Showalter (1974 *apud* LAUGKSCH, 2000), utilizou a literatura relevante produzida durante 15 anos e identificou sete dimensões. De acordo com esse estudo, o indivíduo pode ser considerado cientificamente alfabetizado quando: compreende a natureza do conhecimento científico; aplica apropriadamente os conceitos, princípios, leis, teorias em interação com seu universo; utiliza processos da ciência para solucionar problemas, tomar decisões e promover seu próprio entendimento do universo; interage com vários aspectos do seu universo de forma consistente com os valores básicos

da ciência; compreende e aprecia a união dos empreendimentos de ciência e tecnologia e os inter-relacionamentos desses entre si e com cada aspecto da sociedade; desenvolve uma visão rica, satisfatória, excitante do universo como resultado de sua educação científica e continua a estender essa educação ao longo de toda sua vida; desenvolve numerosas habilidades associadas à ciência e à tecnologia.

No ano seguinte, Shen (1975) listou atitudes e habilidades, que foram organizadas em três grandes categorias, que diferem entre si pelos seus objetivos, público ao qual se destina, conteúdo e formato.

- A alfabetização científica prática significa a posse de um tipo de *know-how* científico e tecnológico que pode ser aplicado imediatamente para aprimorar os padrões de vida, desde as necessidades humanas mais simples como alimentação ou saúde, pois pequenos fragmentos de informação científica e tecnológica podem fazer a diferença na vida das pessoas. Como exemplo, citou o caso da alteração de comportamento das mães ao adotarem o aleitamento materno em substituição ao artificial, e dos agricultores ao utilizarem corretamente os fertilizantes.
- A alfabetização científica cívica capacita o cidadão para torná-lo mais consciente dos problemas relacionados com ciência e tecnologia. Traz esses problemas para o senso comum. A informação científica e tecnológica seria incorporada ao processo decisório público, analisando-se os riscos e benefícios, coleta de evidências etc. de forma que tanto o indivíduo quanto seus representantes (parlamentares) tenham condições de participar, plenamente, dos processos democráticos da sociedade cada vez mais tecnologizada. Para que haja um nível mínimo de alfabetização científica funcional são necessárias duas coisas:
 - a) o público muito mais exposto à ciência; as matérias nas mídias incrementadas em termos quantitativos e qualitativos; a educação científica efetiva no sentido de desenvolver as bases de sua familiarização com a ciência.
 - b) análise da complexidade entre ciências específicas e os problemas público

realizada em linguagem comum para que o cidadão médio possa acompanhar as explicações dos especialistas. A importância do relato das análises pelas mídias para os cidadãos.

- A alfabetização científica cultural é motivada pelo desejo de conhecer algo sobre ciência, como resultado da ação humana, significando apreciar a ciência de forma similar às artes, livros, música etc.

Gruenberg (1935), apesar de não citar o termo alfabetização científica, analisou o lugar que a ciência ocupa na vida dos indivíduos. De acordo com Ucko (1985), esse estudo foi elaborado para a American Association for Adult Education (AAAE). A divisão proposta por Gruenberg (1935), bem anterior é similar à de Shen (1975), definiu três conjuntos:

- A ciência e os interesses individuais – corresponde ao uso do conhecimento científico para melhorar a saúde, conforto, ou seja, o conhecimento científico que pode ser incorporado à vida dos indivíduos, tornando-se útil; melhor entendimento da natureza do mundo e do homem, que levem ao equilíbrio mental; o material da ciência oferece ricas fontes de satisfação estética; a ocupação do tempo ocioso em algum campo científico cede lugar à satisfação do poder, da reflexão, convidando ao pensamento ordenado e à análise crítica, que podem estender para além do interesse imediato em que começou.
- A ciência e os interesses cívicos ou sociais – estão relacionados com o cultivo do estudo sistemático, acurado e imparcial dos fenômenos naturais, guiando o indivíduo para a aquisição de atitude científica que dispersem medos e superstições; o estudo da ciência guia para a apreciação dos feitos humanos; a história da ciência é a parte significativa e excitante da grande aventura intelectual vivida pelo homem; o entendimento dos procedimentos e métodos científicos em atividades de pesquisa pura, industrial ou técnica é valioso para o enriquecimento e estabilidade do senso comum; a atenção aos problemas e métodos da ciência, estimulando a reflexão e guiando para

uma filosofia de vida mais enriquecida com a experiência em que a ciência tem papel proeminente e dinâmico; não importa o motivo da aprendizagem, mas cultivar um *hobby* científico tem valor econômico e social potencial, por meio da multiplicação de observadores sobre amplo território; independentemente do valor que a atividade científica possa ter para os especialistas e para os demais; a aplicação dos resultados da ciência não pode se desenvolver em um mundo de ignorância.

- A ciência e os interesses culturais – a apreciação das conquistas científicas diante das forças que têm moldado o cotidiano e os atuais relacionamentos econômicos, sociais e políticos dariam mais confiança aos especialistas em procedimentos com questões públicas e menos nas autoridades ou poderes tradicionais; treinamento nos métodos rigorosos da ciência fortalece o pensamento, independentemente dos indivíduos quanto aos problemas econômicos, sociais e políticos nos quais é particularmente importante submeter cada ideia ao escrutínio; o contato contínuo com o progresso da ciência serve como ponte entre o velho e o novo, tão essencial para a integração familiar e social; a apreciação do desenvolvimento da ciência como grande empresa colaborativa para promover a solidariedade e fazer com que cada indivíduo sinta o senso de unidade com seus semelhantes; é necessário que o público em geral compreenda a função do cientista na sociedade; a ciência significa expansão de simpatias e cultivo de tolerâncias entre grupos, raças, nacionalidades, gostos, filosofias.

Em 1981, Branscomb (apud LAUGKSCH, 2000) propôs um conceito a partir da análise das raízes latinas dos termos ciência e alfabetização (*literacy*) definida como a habilidade de ler, escrever e compreender o conhecimento humano sistematizado. Identificou oito categorias de alfabetização científica: metodológica, profissional, universal, tecnológica, amadora, jornalística, política e de política pública de ciência.

Miller (1983) analisou a evolução dos significados e propôs, com base nos trabalhos

de John Dewey, de Ira C. Davis e do National Assessment of Education Progress (NAEP), uma definição multidimensional para alfabetização científica, bem como sua mensuração, a partir de três dimensões:

- A compreensão e aplicação das normas, processos e métodos da ciência, correspondente à natureza da ciência.
- A compreensão de conceitos e termos básicos da ciência, denominado conhecimento cognitivo da ciência, o qual mensura o conhecimento sobre conceitos científicos básicos, semelhantes aos utilizados em avaliações do ensino. Nesse item, a educação científica formal tem papel fundamental, pois é necessário um vocabulário mínimo para que o indivíduo possa acompanhar as discussões e ser considerado alfabetizado.
- A compreensão dos impactos da ciência na sociedade e nas políticas, mensuração das atitudes em relação à ciência organizada, inclui o conhecimento que o indivíduo tem sobre a ciência organizada, ciência básica, aplicada e desenvolvimento, inclui informações gerais sobre o impacto da ciência nos indivíduos e na sociedade e mais concretamente na política de informação em problemas científicos e tecnológicos específicos.

Em 1983, Arons (apud LAUGKSCH, 2000) acrescentou às três dimensões de Miller nove outros atributos. Assim, os indivíduos teriam a habilidade de: reconhecer que os conceitos científicos são criados ou inventados pela inteligência ou imaginação humana; compreender a diferença entre observação e inferência; compreender a estratégia de formular e testar hipóteses; saber questionar quanto ao modo de conhecer, porque acreditar, e quais são as evidências. Assim o indivíduo estará alfabetizado quando tiver a habilidade de aplicar, corretamente, o conhecimento para resolver problemas e tomar decisões em sua vida pessoal, cívica e profissional.

A American Association for the Advancement of Science (AAAS) realizou estudos em 1989 e 1993 e definiu alfabetização científica como conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes adquiridas como

consequência da experiência do ensino formal das escolas. Dessa forma foram definidos os conteúdos que os alunos possuiriam de acordo com os níveis escolares, estabelecendo metas e padrões. Observe-se que esse conceito restringe a apenas o ensino formal.

O documento *Science for All Americans* (SFAA), publicado em 1993 pela American Association for the Advancement of Science (AAAS), definiu alfabetização científica, ampliando sua abrangência antes limitada aos conceitos e princípios-chaves tradicionais da física, química e biologia, incluindo matemática, tecnologia e ciências sociais. Esta última se constituiu um avanço, pois até então as ciências sociais não eram incluídas. A segunda habilidade refere-se ao entendimento do esforço científico, unindo a ciência, matemática e tecnologia, gerando um modo de saber próspero, com seu foco na visão do mundo científico, de seus métodos de pesquisa, na natureza da organização científica, nos processos matemáticos, na conexão entre ciência e tecnologia, nos princípios da tecnologia e na conexão entre ciência, tecnologia e sociedade. A terceira refere-se ao conjunto de valores, atitudes e habilidades individuais e alfabetização científica que os indivíduos possuiriam e exibiriam (LAUGKSCH, 2000; NELSON, 1999).

Os estudos de Hanzen e Trefil (apud LAUGKSCH, 2000), apresentados em 1990 e 1991, traçaram a distinção entre fazer e usar ciência, definindo alfabetização científica como o conhecimento que o indivíduo necessita para compreender os problemas ou assuntos públicos, o que se constitui em *mix* de fatos, vocabulário, conceitos, história e filosofia. Assim, o indivíduo alfabetizado cientificamente será capaz de colocar os avanços da ciência no seu cotidiano em contexto significativo. Eles listaram 18 princípios gerais que vão desde o zero absoluto aos raios X. Este conceito está ligado ao de Hirsch, publicado em 1987, descrito como o oxigênio da discussão social. Brennan, no trabalho publicado em 1992, listou 650 termos científicos e tópicos que comporiam o vocabulário básico para instrumentalizar o indivíduo a participar de debates envolvendo ciência e tecnologia.

Shamos (1995 apud LAUGKSCH, 2000) publicou estudo no qual propôs três dimensões: a primeira refere-se à alfabetização científica cultural, proposta por Hirsch em 1987, que

consiste no nível de alfabetização científica que os adultos educados julgam possuir, é, portanto, a mais simples de todas e possui forma passiva. A segunda, a alfabetização científica funcional, requer que o indivíduo, além de possuir vocabulário, seria capaz de conversar, ler e escrever coerentemente em contexto não técnico, mas com significado, que é denominada de forma ativa. A terceira, a alfabetização científica verdadeira, é a mais difícil de atingir, pois além de incluir as dimensões anteriores, exige ter conhecimento dos grandes esquemas conceituais; das teorias que fundamentam a ciência, como foram desenvolvidas e porque foram aceitas; de como a ciência estabelece a ordem do universo e o papel da experimentação na ciência. O indivíduo apreciaria, também, os elementos da pesquisa científica, a importância do questionamento, do raciocínio analítico e dedutivo, os processos lógicos e a confiança nas evidências. Esta dimensão é praticamente inacessível a grande parte da população.

O termo alfabetização científica é, muitas vezes, utilizado como sinônimo de *Public Understanding of Science* (PUS), que é mais utilizado na Inglaterra, enquanto *scientific literacy* é mais comum nos Estados Unidos, já o termo *la culture scientifique* é utilizado na França com sentido semelhante. Os diferentes conceitos para o termo *scientific literacy* são atribuídos ao contexto histórico e aos diversos fatores que influenciaram na sua interpretação, ou seja, o seu entendimento requer o entendimento do contexto (LAUGKSCH, 2000).

O termo alfabetização científica também tem sido utilizado como meta educacional, e significa, de forma genérica, o que o público em geral deve saber sobre ciências. Entretanto, esse conceito tem diferentes abordagens, significados e interpretações, quando se questiona qual o conteúdo, o que o público precisa saber e que público é esse.

Complementando com Popli (1999) a alfabetização científica tem sido considerada, por diversos países do mundo, tanto desenvolvidos quanto em desenvolvimento, como parte essencial da educação e da cultura, empregando métodos formais e informais para universalizar a alfabetização científica, de forma que todos os cidadãos tenham familiaridade, nem que seja elementar, com a ciência. Popli (1999) analisou estudos dos Estados Unidos, Índia e

de organismos internacionais que tratam de diretrizes e propostas de conteúdos e currículos a serem atendidos durante o ensino fundamental e médio. Nesse sentido pode-se inferir que o conceito confunde-se com educação científica, que nesse caso pode ser considerada como processo, enquanto que alfabetização científica pode ser considerada como resultado, pois sua descrição está sempre associada às habilidades que seriam desenvolvidas nos indivíduos.

Outro termo é **comunicação pública da ciência**, que nasceu e é utilizado na França. Envolve a soma das atividades que possuem conteúdos científicos elaborados em linguagem acessível ao público leigo. É considerada exigência para qualquer sistema gerador de Ciência e Tecnologia e, na visão de Silveira (2000), é estimulada por três fatores básicos:

- a) o interesse e a curiosidade do público em obter informações acerca do que se produz em C&T;
- b) a consciência de que os sistemas de C&T mantenham a imagem da ciência como instrumento de bem-estar econômico e social, para que a opinião pública seja favorável ao desenvolvimento e financiamento de projetos;
- c) a imprescindibilidade da informação científica para a compreensão da realidade que cerca o homem moderno.

Outro termo encontrado na literatura é cultura científica que, de acordo com Schiele, Amyot e Benoit (1994), é termo multifacetado e polissêmico, que se refere à série de significados práticos disseminados em vários campos sociais e a sua representação o acompanha. O termo está relacionado com aqueles que a disseminam, as mídias utilizadas e atividades desenvolvidas, com o conteúdo abordado, com as disciplinas científicas e com públicos alvo. Quando se fala em cultura científica e tecnológica há sempre diferentes atores, cujos objetivos e metas não necessariamente coincidem, vários suportes e o exercício de diversas atividades em distintos e particulares lugares.

Cultura científica engloba todo o fenômeno da divulgação científica e da inserção dos temas da ciência e da tecnologia no dia a dia da sociedade, de acordo com Vogt (2003, 2006). O autor considera o termo melhor do

que alfabetização científica (*scientific literacy*), popularização da ciência (*popularization of science*), vulgarização da ciência (*vulgarization of science*), percepção pública da ciência (*public awareness of science*), compreensão pública da ciência (*public understanding of science*), pois engloba todos esses termos e contém a ideia de que o processo que envolve o desenvolvimento científico consiste em processo cultural, quer

[...] seja ele considerado do ponto de vista de sua produção, de sua difusão entre pares ou na dinâmica social do ensino e da educação, ou ainda do ponto de vista de sua divulgação na sociedade como um todo, para o estabelecimento das relações críticas necessárias entre o cidadão e os valores culturais, de seu tempo e de sua história [...] (VOGT, 2003. p. 2).

Estende-se ainda sobre o termo cultura científica que este pode ser entendido sob três possibilidades, que pode ser subdividido sob duas alternativas semânticas:

- Cultura da ciência
 - Cultura gerada pela ciência
 - Cultura própria da ciência
- Cultura pela ciência
 - Cultura por meio da ciência
 - Cultura a favor da ciência
- Cultura para a ciência
 - Cultura voltada para a produção da ciência – inclui a difusão científica, a formação de pesquisadores e novos cientistas
 - Cultura voltada para a socialização da ciência – o processo educativo, desenvolvido no ensino médio, nos cursos de graduação, nos museus, bem como a divulgação científica, responsável pela dinâmica cultural da apropriação da ciência e da tecnologia pela sociedade.

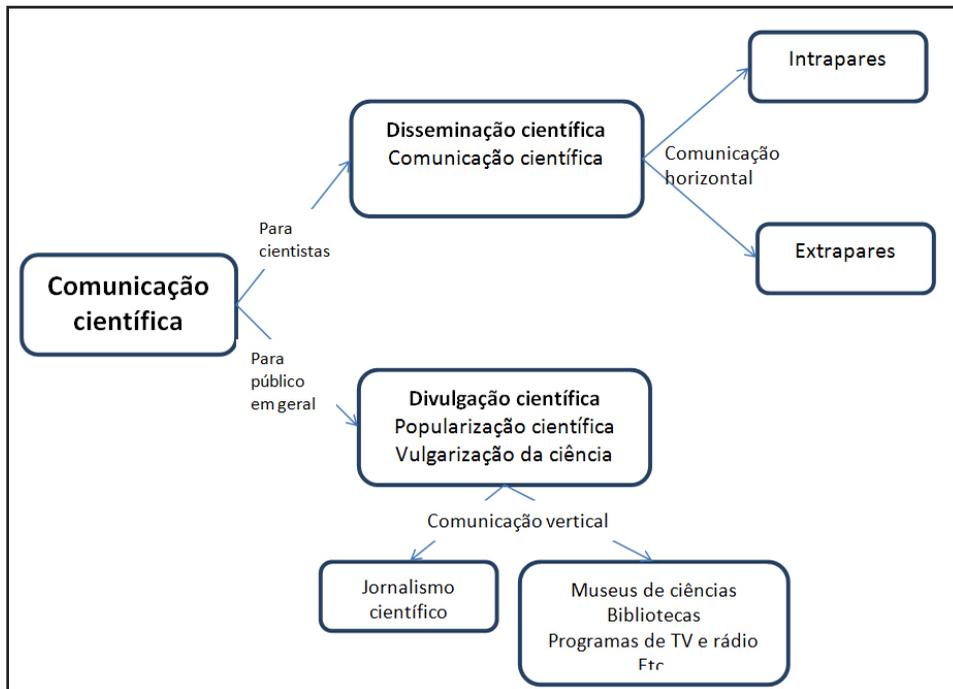
Finalmente, Com o objetivo de facilitar o entendimento da dinâmica da cultura científica, Vogt (2003, 2006) propõe o modelo da espiral da cultura científica. Nele vê-se representado o termo em duas dimensões evoluindo sobre dois eixos, tempo (horizontal) e espaço (vertical). O que varia de um quadrante para o outro é o emissor, que Vogt denomina de destinador, e o

receptor, denominado destinatário da informação científica. O autor salienta que por tratar-se de espiral ao término do ciclo de sua evolução não retorna ao mesmo ponto do início, mas ao ponto mais além de conhecimento e de participação da cidadania no processo dinâmico da ciência e de

suas relações com a sociedade, não ocorrendo assim descontinuidade no processo.

Em resumo, a figura abaixo sintetiza, numa representação gráfica, o modelo de comunicação científica, vista sob a perspectiva da análise de processos.

Figura 1 – Modelo de comunicação científica – processos



Fonte: CARIBÉ (2011)

5 CONCLUSÕES

Das análises apresentadas constata-se que a **comunicação científica**, termo genérico, é tratado sob diferentes aspectos, possui diferentes conceitos e, conseqüentemente, denominações específicas. Infere-se que, desde a sua concepção, que a comunicação científica engloba todas as demais formas de comunicação que variam de acordo com o tipo de linguagem utilizada ou com o tipo de entidade do processo de comunicação ao qual se encontra relacionado. Incorpora tanto a comunicação interna dirigida à comunidade científica quanto a externa, destinada ao público leigo.

No caso da comunicação para cientistas, referindo-se especificamente à comunicação extrapares, esta refere-se somente aos receptores, que apesar de não pertencerem à área de

especialização específica possuem capacidade cognitiva para decodificar as mensagens emitidas. Cabe destacar que, devido à grande quantidade de áreas de especialização, o cientista torna-se leigo na área temática que não corresponde à sua especialização.

Os termos divulgação, popularização, vulgarização e comunicação pública da ciência são considerados sinônimos. Estão centrados no processo cujo esquema parte do emissor com o objetivo de enviar informações específicas a determinado grupo social. Entretanto, o objetivo consiste apenas em se fazer conhecer. A **divulgação científica** visa gerar como resultado a percepção pública da ciência.

No outro extremo do processo de comunicação, os termos educação científica, percepção pública da ciência, compreensão pública da ciência e alfabetização científica estão centrados

no receptor, nos resultados, nas competências desenvolvidas, nas consequências geradas no receptor a partir do processo de comunicação. Para esse conjunto de termos infere-se que existe uma relação gradativa de complexidade, de forma que o precedente constitui-se pré-requisito para o seguinte. Assim, a educação científica é pré-requisito para a percepção pública da ciência, essencial para a compreensão pública da ciência. A partir desse momento, o indivíduo compreende e pode desenvolver o conjunto de competências características do ser alfabetizado.

Sobre os três tipos de alfabetização científica, considera-se que o indivíduo encontra-se apto ao exercício da cidadania, a partir do momento em que domina a alfabetização prática, aplicando o conhecimento científico na sua vida cotidiana, a alfabetização cultural em que o indivíduo aprecia a ciência como atividade cultural e a alfabetização cívica que capacita o cidadão, consciente dos problemas, resultados e perspectivas que instrumentalizam para o exercício da cidadania.

Artigo recebido em 08/03/2015 e aceito para publicação em 08/12/2015

SCIENTIFIC COMMUNICATION: reflections on the concept

ABSTRACT *The concepts of any field of knowledge are fundamental to the study and communication. Thus, it is proposed to analyze the different concepts related to scientific communication. It is noticed that scientific communication appears as a generic term to which others are subordinated. Its semantic field includes the communication of information generated from the methods of science, both for peers and for the lay public. Occurrences such as scientific dissemination, popular science, popularization of science, scientific dissemination are specific terms of scientific communication, its concepts are related to the activities performed by different people and institutions with the goal of bringing scientific information to social groups. The terms public perception of science, public understanding of science, science education, scientific literacy, mentioned more often in foreign literature, refer to the set of competencies (knowledge, skills and attitudes) to be developed in individuals in the group to which the communication is addressed. The nature of the concepts conveyed by these terms are viewed and analyzed from the process definition. The first set of terms identified with the process itself, a set of activities for a certain audience. The second set of terms identified with the process's outcome, behavioral changes and skills development in receiver.*

Key-words: *Scientific communication. Public awareness of science. Public understanding of science. Science education. Science literacy.*

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. O. de. A vulgarização do saber. In.: MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu de Castro; BRITO, Fátima. **Ciência e público:** caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2002. p.65-71.

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. *Science for all Americans* - 1989 E 1993

BERNAL, J. D. **The social function of science.** London: George Routledge & Sons, 1939.

BODMER, W. F. et al. **The public understanding of science.** London: Royal Society, 1985. Disponível em: < <http://royalsociety.org/displaypagedoc.asp?id=26406>>. Acesso em: 9 mar. 2009.

BRENNAN, R. P. **Dictionary of scientific literacy.** New York: John Wiley, 1992.

- BUENO, W. C. **Jornalismo científico no Brasil: os compromissos de uma prática dependente.** 1984, 364f. Tese (Doutorado em Comunicação)-Escola de Comunicação e Artes, USP, 1984.
- BURNS, T. W.; CONNOR, D. J.O; STOCKLMAYER, S. M. Science contemporary definition. **Public Understanding of Science**, London, v.12, p. 183-202, 2003.
- CALVO HERNANDO, M. **Conceptos sobre difusión, divulgación, periodismo y comunicación.** 2006. 3p. Disponível em: <<http://www.manuelcalvohernando.es/articulo.php?id=8>>. Acesso em: 10 set. 2007.
- _____. La prensa e la divulgación científica. **More Majorum**. v. 7, n. 26, Jan./Mar. 2006. 18p. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/nucleos/njr/espiral/more26a.htm>>. Acesso em: 10 set. 2007.
- CARIBÉ, R. C. V. **Comunicação científica para o público leigo no Brasil.** 319 f. 2011. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Faculdade de Ciência da Informação, UNB, 2011.
- _____. Sistemas de indicadores: uma introdução. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 1-23, jan./jun. 2009. Disponível em: <<http://www.sbu.unicamp.br/seer/ojs/index.php/rbci/article/view/401/269>>. Acesso em: 15 dez 2009.
- FONTENELLE, B. B. **Entretiens sur la pluralité dès mondes.** Paris: C.Blageart, 1686.
- GILBERT, J. K.; STOCKLMAYER, S.; GARNETT, R. Mental modeling in science and technology centres: what are visitors really doing? In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEARNING SCIENCE IN INFORMAL CONTEXTS, Canberra, 1999. **Proceedings ...** Canberra: Questacon, 1999.
- GRUENBERG, B. C. **Science and the public mind.** New York: McGraw-Hill, 1935. 196p.
- HANZEN, R. M.; TREFIL, J. **The sciences: an integrated approach.** – 1990 e 1991
- HILGARTNER, S. The dominant view of popularization: conceptual problems, political uses. **Social Studies of Science**, London, v. 20, p. 519-539, 1990.
- HIRSCH, E. D. **Cultural literacy: what every American needs to know.** Boston: Houghton Mifflin, 1987
- HOUAISS, A. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa.** Disponível em: <<http://houaiss.uol.com.br/gramatica.jhtm>>. Acesso em: 18 set. 2010.
- HURD, P. Science literacy: its meaning for American schools. **Educational Leadership**, v.15, p. 13-16, Oct. 1958.
- LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: a conceptual overview. **Science Education, Salem, Mass.**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.
- LIEVROUW, L. A. Communication and the social representation of scientific knowledge. **Critical Studies in Mass Communication**, Annandale, Va., v. 7, n. 1, p. 1-10, Mar. 1990.
- _____. Communication, representation and scientific knowledge: a conceptual framework and case study. **Knowledge and policy: The International Journal of Knowledge Transfer and Utilization**, New Brundwick, N.J., v. 5, n. 1, p. 6-28, Spring, 1992.
- LIEVROUW, L. A.; CARLEY, M. K. Changing patterns of communication among scientistis in an era of telescience. **Tecnology in Society**, New York, v. 12, p. 457-477, 1990.
- MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil.** Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2002.
- MEADOWS, A. J. **A comunicação científica.** Brasília: Briquet Lemos, 1999.
- MILLAR, R.; OSBORNE, J. **Beyond 2000: science education for the future.** The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation. London: King's College London, 1998. 36p.

Disponível em: < <http://www.york.ac.uk/depts/educ/research/Beyond%202000.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

MILLER, J. D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus**, Cambridge, Mass., v. 112, p. 29-48, 1983.

MUELLER, S. P.M. Popularização do conhecimento científico. **DataGramaZero**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, abr. 2002. Disponível em: <http://www.dgz.org.br/abr02/Art_03.htm> . Acesso em: 15 jan. 2009.

NELSON, G. D. Science Literacy for All in the 21st Century. **Educational Leadership**, Washington, D.C., v. 57, n. 2, 1999. 7p. Disponível em: <<http://www.project2061.org/publications/articles/articles/ascd.htm>>. Acesso em: 9 jan. 2009.

POPLI, R. Scientific literacy for all citizens: different concepts and contents. **Public Understanding of Science**, London, v. 8, p. 123-137, 1999.

PREWITT, K. The public and science policy. **Science, Technology & Human Values**, Cambridge, Mass., v. 7, n. 39, p. 5-14, Spring. 1982.

REINO UNIDO. H. L. **Science and Technology: Third Report**. London: Her Majesty's Stationery Office, 2000. Disponível em: <<http://www.publications.parliament.uk/pa/ld199900/ldselect/ldsctech/38/3801.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

REIS, J. Ponto de vista. In.: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2002. 230p. p.73-77.

ROBERTS, D. A. **Scientific literacy: towards a balance for setting goals for school science program**. Ottawa: Minister of Supply and Services, 1983.

ROITMAN, I. **Educação científica: quanto mais cedo melhor**. Brasília: RITLA, 2007.

SCHIELE, B.; AMYOT, M.; BENOIT, C. Introduction. In.: SCHIELE, Bernard. Ed.

When science becomes culture: world survey of scientific culture, Proceedings I. Montreal: Université du Québec à Montréal, 1994. p. 1-12

SEMIR. Aproximación a la historia de la divulgación científica. **Quark**, Barcelona, n. 26, oct./dic. 2002. Disponível em: <<http://www.prbb.org/quark/26/Default.htm>>. Acesso em: 16 out. 2007.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. Urbana, Ill.: University of Illinois Press, 1949.

SHEN, B. S. P. Science literacy. **American Scientist**, New Haven, Conn., v. 63, p. 265-268, May/June, 1975.

SILVA, G. A.; AROUCA, M. C.; GUIMARÃES, V. F. As exposições de divulgação da ciência. In.: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2002. 230 p. p. 155-163

SILVEIRA, T. S. **Divulgação e Política Científica: do bar do mané à Ciência Hoje (1982 - 1998)**. 210f. 2000. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnologia)-Instituto de Geociências, UNICAMP, 2000.

SNOW, C. P. **The two cultures**. Cambridge, Mass.: Cambridge University Press, 1956.

UCKO, D. A. Science literacy and science museum exhibits. **Curator**, New York, v. 28, n. 4, p. 287-300, 1985.

VOGT, C. **Cultura científica desafios**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. 231 p.

_____. A espiral da cultura científica. **Com Ciência: revista eletrônica de jornalismo científico**, n. 45, jul. 2003. 6p. (nº especial: Cultura Científica) Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/cultura/cultura01.shtml>>. Acesso em: 9 set. 2007.

ZIMAN, J. **A força do conhecimento**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1981.