

Revista da

FACED

Universidade Federal da Bahia



6

ISSN 1516-2907

Educação Científica e a Idéia de Informação: Alguns Fundamentos Epistemológicos¹

RESUMO: A idéia de informação tem estatuto epistemológico destacado nas ciências contemporâneas; diversas tentativas têm sido feitas, ao longo dos últimos cinquenta, para definir o conceito de informação, sem que nenhuma lograsse êxito completo. Destacam-se algumas importantes tentativas, revelando as analogias que as fundamentam (ordem, desordem, representação, comportamento e fluxo), após discutir-se as grandes tendências epistemológicas na busca de definir informação: (1) objeto físico; (2) objeto cognitivo; (3) produto da interação físico-mental. A compreensão dos diferentes significados com que a idéia de informação é considerada nas ciências tem implicações evidentes no ensino em geral, e na educação científica em particular.

PALAVRAS-CHAVE: Educação científica, epistemologia, informação, teorias da informação.

Robinson Tenório

Doutor em Educação/USP
Professor Adjunto da FAGED/UFBA
robinson.tenorio@uol.com.br

(1) Artigo produzido a partir de estudos realizados com apoio da Capes.

Na língua corrente, o termo informação é usualmente associado a dado, fato, notícia, conhecimento e comunicação.

Etimologicamente, *informação* é um substantivo derivado do verbo *informar*, emprestado no século XV do latim *informare* - que significa *dar forma a, formar*. Durante o renascimento, *informar* era sinônimo de *instruir*; no século XX, o significado do termo foi estendido, passando a significar ainda *enviar uma mensagem*, e também *dar conhecimento, relatar*. O sentido original latino (dar forma a, formar) tem sido retomado devido ao uso do termo nas ciências naturais, especialmente na biologia com a idéia de *informação genética*. Assim, os sentidos de instruir (como utilizado eventualmente na educação, por exemplo), de enviar uma mensagem (nas áreas técnicas), de relatar (em alguns usos na comunicação), ou ainda de formar (na biologia), ilustram a polissemia do termo em questão e a riqueza de relações que convergem na idéia de informação, criando efetivamente a própria idéia.

No que se refere mais especificamente à produção de conhecimento científico, com o grande desenvolvimento contemporâneo das tecnologias da informação, a noção de informação passa

a desfrutar de estatuto epistemológico destacado. As ciências em geral gradativamente passam a utilizar a noção de informação como noção básica.

Há mais de meio século a idéia de informação tem sido objeto de definição científica em trabalhos como: (1) o do físico húngaro Szilard (1929), talvez o primeiro a fazer uso científico do conceito ao discutir questões de termodinâmica, em particular relacionadas ao problema de Maxwell; (2) o do fundador da cibernática Norbert Wiener (1961; trabalho original de 1948); e no clássico e influente trabalho do matemático americano Claude Shannon (1949; produzido em 1948). Embora, desde então, diversas tentativas de definir informação tenham sido feitas, nenhuma logrou atingir uma conceituação geral que agregasse as várias formas de utilização e compreensão da idéia de informação nas diversas áreas científicas.

Pretendemos, particularmente, examinar e discutir aqui os fundamentos da idéia de informação subjacente a algumas destas teorias. Analisaremos, inicialmente, as grandes tendências epistemológicas em torno das quais tem girado a tentativa de conceituar a noção de informação. A seguir, tomaremos especificamente as teorias da informação (ou as interpretações) dos já citados Wiener e Shannon, além de Weaver (1949), que interpretou e divulgou a teoria de Shannon, MacKay (1969), cientista escocês que se ocupou do funcionamento da mente, trabalhando fundamentalmente com psicologia experimental, Nauta Jr (1970), ciberneticista, e Dretske (1981), professor de filosofia da Universidade de Stanford, para uma análise das analogias que, segundo nosso ponto de vista, as inspiram. Esperamos que a apreciação de alguns particulares fundamentos epistemológicos de tais idéias contribuam para uma apropriação crítica da noção de informação utilizada nas ciências e na educação científica contemporâneas.

Abordagens Alternativas

Há uma contradição importante entre duas maneiras de apresentar a idéia de informação:

- A) Informação como objeto natural, com existência física, e, portanto, conceito oriundo das ciências naturais, da física.
- B) Informação como construção mental, como objeto simbólico construído pelo sujeito, que só tem existência para

um sujeito humano, e, portanto, conceito oriundo das ciências humanas.

Na primeira maneira de apresentar o conceito, destaca-se uma ontologia materialista e uma epistemologia realista forte, privilegiando as relações causais. Na segunda maneira de apresentar o conceito, a ontologia é idealista, a epistemologia é construtivista radical, privilegiando-se a descrição fenomenológica.

Entre os dois pólos acima indicados, pode-se pensar a idéia de informação como uma síntese, entre os aspectos físico e mental, natural e construído, objetivo e subjetivo, das ciências físicas e das ciências humanas, ou seja :

C) Informação como mudança cognitiva associada a uma mudança no mundo físico.

Passaremos a discutir cada uma destas abordagens, lembrando que os autores citados em cada abordagem trabalharam ou trabalham em diferentes campos do conhecimento e em função de diferentes problemas; isto não impede, porém, de ensaiarmos uma leitura transversal do que fundamenta a idéia de informação utilizada em cada contexto analisado, no que se refere ao seu caráter de substância ou de construção mental.

Informação como Entidade Física

A informação é considerada um objeto do mundo físico, que existe independentemente de qualquer sujeito (ou observador) ; a informação é uma espécie de substância. Uma imagem metafórica para esta forma de considerar a informação é a de uma substância que possui um fluxo : a informação é uma substância física que se movimenta (ou é enviada) por canais apropriados, como a energia elétrica através dos fios, ou como um foton através de um raio de luz.

Shannon (1972) fez uso desta idéia /metáfora ao disseminar a teoria matemática da comunicação: para Shannon, a informação é algo que pode ser transmitido de uma fonte emissora através de canais para um receptor:

Esta metáfora da substância, contudo, sugere, quando se fala em “emissão da informação”, que o emissor perde a informação

enviada, o que não é o caso em muitas, senão todas, situações, pois o emissor ainda permanece com ela. Considerando que os autores referidos não desconheciam esta trivialidade, temos um evidente indicador dos limites da metáfora, que aponta, no mínimo, para a importância de construirmos ou utilizarmos outras metáforas mais abrangentes ou, pelo menos, complementares à metáfora da substância.

A metáfora da substância ainda sugere, e este pode ser um outro limite de seu alcance, que a informação enviada pelo emissor é idêntica à informação recebida pelo receptor, o que, em geral, não ocorre, mesmo na transmissão técnica de informação digitalizada.

A comunicação, na ótica desta metáfora física, é vista como um processo de mão única – enviar uma informação que será recebida pelo receptor. O uso da metáfora da substância tem o propósito de tornar precisa e objetiva a idéia de informação, nos moldes dos conceitos de matéria e energia (SHANNON, 1972 p. 246).

Informação como Construção Mental

O grande representante desta corrente é Foerster (1980,1984). Para Foerster (1984, p.263), o ambiente não contém informação.

Segundo a corrente representada por Foerster, a realidade, ou melhor, o mundo físico exterior ao sujeito / observador, é também uma construção mental. Esta postura do construtivismo radical representa um idealismo exacerbado que, certamente, não tem lugar nas ciências naturais contemporâneas. Desta forma, pelo menos neste artigo introdutório e panorâmico, não iremos discutir em maiores detalhes a posição desta corrente.

Contudo, deve-se destacar como importante contribuição desta corrente a consideração que a informação possui um aspecto cognitivo inalienável (construção mental), ou, em outros termos, deve ser considerada sempre em relação ao observador.

Informação: Mudança Cognitiva Associada à Mudança Física

Maturana e Varela (1980) consideram que a comunicação não ocorre através do envio e recebimento de mensagens, mas através de perturbações mútuas entre dois sistemas acoplados. Ob-

serve-se a diferença entre transportar informações (metáfora física : metáfora da substância, da coisa em si, da identidade) e perturbar ou induzir comportamentos (metáfora da interação, da tensão de um acoplamento).

Bateson (1904-1980), antropólogo que fez parte do grupo fundador da cibernética, tendo trabalhado com Wiener, expressou a idéia de informação como uma diferença no mundo exterior a um sistema que induz uma mudança operacional no sistema observado. Para Bateson, informação não é matéria nem energia (substância), e não pode transitar entre o mundo exterior e o mundo cognitivo. Informação é uma diferença no mundo físico que faz diferença no mundo mental (BATESON, 1969).

Pode-se igualmente pensar, antítese aparente da definição de Bateson, que informação é uma diferença no mundo mental que faz diferença no mundo físico, o que constituiria uma atitude basicamente idealista, e não uma interação efetiva entre mudança cognitiva e mudança no mundo físico.

Segundo Luhmann (1990, 1992), a informação é sempre um produto do sistema considerado, um aspecto do processo de decisão e não um fato do ambiente que existe independente de observação e avaliação. Mas, o sistema não cria informação do nada – mas a partir de *perturbações do ambiente*. E é este ponto exatamente que permite diferenciar a articulação entre mundo físico e mundo mental proposta por Bateson, da articulação proposta por Luhman. De acordo com este último autor, o sistema, através de sua rede de decisão, *procura perturbações* e as transforma em informação para usar como guia de tomada de decisão. O reconhecimento está relacionado à produção de conceitos, ou seja, as perturbações encontradas no ambiente externo são transformadas em conceitos para o sistema, os quais interagem com outros conceitos do sistema. Há uma articulação dinâmica entre auto-referência e referência externa.

Em síntese, enquanto para Bateson a diferença no mundo físico é que provoca a diferença mental, para Luhmann é a diferença mental que procura as perturbações no mundo físico.

Faz-se agora uma análise mais específica da idéia de informação subjacente a algumas teorias da informação.

Algumas Diferentes Metáforas para a Idéia de Informação

§ A Informação como Ordem (Organização)

Norbert Wiener escreveu em 1948 “Cibernetics or control and communication in the animal and the machine”. Neste livro e em “Cibernética e sociedade: o uso humano dos seres humanos” (1954), Wiener discute os conceitos de feed-back, entropia e informação, que são fundamentais na caracterização da cibernética, a qual, de certa forma, contém uma teoria da informação. O fundador da cibernética ocupou-se de problemas relativos à quantidade de informação, ruído e codificação, importantes na comunicação entre autômatos. Para Wiener (1961), a transmissão de informação é a transmissão de alternativas, pois se não existem diferentes alternativas a enviar, não é necessário nada enviar. Assim, a informação enviada, considerada como (uma) alternativa entre alternativas possíveis, pode ser avaliada quantitativamente de forma estatística, a quantidade de informação sendo similar à entropia na mecânica estatística. Todavia, enquanto a entropia é a medida do grau de desordem de um sistema, a quantidade de informação mede o grau de ordem de um sistema.

No universo, a tendência de aumento da entropia levaria a um estado de deterioração da organização e diferenciação em direção ao caos. A idéia de Wiener é que, neste universo com tendência à desorganização, existiriam enclaves, ou “ilhas” locais, nas quais esta tendência geral do universo poderia ser invertida. O mecanismo de ‘feed-back’ (retroalimentação) seria um instrumento básico para estes enclaves em seu decréscimo de entropia.

Através de informações internas ao próprio sistema ou mudanças induzidas pelo ambiente, um sistema desenvolve uma preferência de valores que determina um estado entre os estados possíveis do sistema (configuração). Os sinais de feed-back em um sistema contêm informação significativa para a configuração do sistema, e que podem não ter significado, ou o mesmo significado, para outro sistema. Se, em um sistema, desempenho e metas não coincidem, um feed-back negativo informa a correção necessária.

A informação teria, neste processo, uma função vital, já que, através dos veículos de comunicação bidirecional com o mundo exterior (outros homens ou outras máquinas), é a informação

que permite ajustar tais sistemas e também é através da informação que este ajustamento pode ser percebido no ambiente. Em síntese, nos processos de comunicação e controle, a informação está relacionada à tomada de decisão.

Wiener compara o 'feed-back' com o processo de aprendizagem humano (ajuste do comportamento em função do desempenho prévio). Por analogia, para aprender uma máquina deve possuir os mesmos mecanismos que o homem possui para realizar tal função: órgãos sensoriais para estar em conexão com o mundo exterior, órgãos motores para realização das tarefas e um órgão decisório central que determine o que a máquina fará a seguir, com base na informação que lhe foi retransmitida e que ela armazena por meios análogos aos da memória de um organismo vivo (WIENER, 1961: p.33).

De maneira mais geral, extrapolando os resultados de seu trabalho científico para a compreensão e intervenção nas sociedades humanas, Wiener identifica a possibilidade de progresso com a existência das referidas "ilhas" de entropia negativa em meio a um mundo com tendência de aumento deste fator. O progresso dependeria, desta forma, do processo de 'aprendizagem' de homens e máquinas, através das trocas informacionais. Este último conceito é o que impulsiona a idéia de automatização.

Wiener, através de seu trabalho interdisciplinar, atribui especificidade à idéia de informação. O conceito de informação criado por ele tem, como vimos, importância teórica fundamental na cibernética ou, mais geralmente falando, na articulação teórica dos novos territórios da automação e da comunicação, e contribuiu de maneira decisiva para os desenvolvimentos posteriores da teoria da informação. Em particular, como veremos, influencia diretamente o fecundo trabalho de Shannon. Para a emergência do ciberespaço, o legado de Wiener não se restringe à inspiração do nome: a utopia da comunicação como novo paradigma do processo de humanização é explicitamente elaborada por ele (cf. BRETON, 1992).

A imagem wieneriana é a da informação (que não é nem matéria nem energia) como, princípio básico organizador do mundo, a qual atua em sentido contrario à entropia, ordenando o funcionamento dos homens, das máquinas e da sociedade. Informação é ordem, organização; sua medida é o negativo da entropia.

Através desta imagem da informação, o sigilo e todas as formas de retenção da informação aparecem como práticas a serem rejeitadas, ao mesmo tempo que o processo de aprendizagem é valorizado.

§ A Informação como Desordem

Shannon, que interagiu fortemente com Wiener, desenvolveu uma teoria matemática da informação, publicada em 1949, todavia, com o nome de "The mathematical theory of communication" (teoria matemática da comunicação); apesar do próprio autor, na maior parte das vezes ter se mostrado muito cauteloso com a designação "teoria da informação" para sua teoria, descreveu-a, contudo, em um verbete da Enciclopédia Britânica (SHANNON, 1972), intitulado "teoria da informação". Shannon não pode alegar inocência quanto a considerar sua teoria matemática da comunicação efetivamente uma teoria da informação.

O problema fundamental que a teoria matemática da comunicação de Shannon se propõe a discutir é o limite de possibilidades de uma codificação eficaz na transmissão de sinais em um canal com ruído. Um dos postulados básicos da teoria matemática da comunicação é que a informação pode ser tratada como uma quantidade física mensurável, como massa ou energia.

Um sistema de comunicação, segundo esta teoria, é composto dos seguintes elementos: uma fonte de informação, dispositivo de transmissão de informação que transforma a informação ou "mensagem" em uma forma adequada para transmissão em um tipo particular de canal; um canal ou meio de transmissão da mensagem; um receptor de informação, que decodifica a mensagem em uma forma aproximada à forma original; uma fonte de ruídos, que interfere ou distorce a informação de uma maneira não previsível durante a transmissão (conforme diagrama abaixo).

Na teoria de Shannon, o conceito de "informação" não tem nenhuma relação com o significado da mensagem; informação é uma probabilidade, um índice de incerteza.

É relevante notar que, buscando construir uma teoria estatística sobre a quantidade de informação, seu criador, deliberadamente, exclui o aspecto semântico da teoria (cf. SHANNON, '949 p.31):

Considerada por muitos como uma mera teoria dos sinais, e não da informação, por circunscrever-se apenas aos aspectos

sintáticos, desconsiderando os aspectos semânticos e pragmáticos da informação (cf. BAR-HILLEL 1964 p.301; NAUTA JR. 1970; FOERSTER: 1980 p.20-21), a teoria de Shannon é muito bem sucedida no que se refere às suas aplicações técnicas, mas pouco contribui para iluminar a idéia de informação.

Informação, no sentido de Shannon, portanto, não tem nenhuma relação com o significado, pois todo significado é atribuído / interpretado fora do processo de transmissão de informação (ou de sinais, se preferirmos), diferentemente do sentido atribuído ao conceito por Wiener, que considera o significado para o sistema, tendo por referência a configuração do sistema.

Embora os conceitos da teoria da informação de Shannon tenham sido criados, em última análise, para a comunicação homem-homem (mesmo que através da máquina), tais conceitos cobrem apenas o aspecto técnico da comunicação, o que cria uma série de dificuldades quando se tenta aplicar (utilizar) tais conceitos diretamente para a comunicação humana, em que as questões da interpretação e do contexto são fundamentais.

§ A Informação como Representação

Donald M. MacKay desenvolveu uma teoria descritiva estrutural da informação. Vejamos o que isto significa. Para MacKay, a informação está associada à representação, portanto a uma forma de conhecimento (1969, p. 163).

Um elemento de informação possui uma certa estrutura, segundo MacKay, de forma que, quanto mais familiarizado com esta estrutura estiver o receptor, mais facilmente irá integrá-lo ao seu próprio conhecimento, ou melhor, quanto mais vezes receber uma mensagem, mais familiarizado com ela ficará o receptor.

Por exemplo, ao repetir uma explicação em uma aula, o professor tornará mais familiar esta explicação para seus alunos, favorecendo a integração desta informação ao conhecimento de seus alunos. Outro exemplo, a reprodução e a verificabilidade de um experimento científico tornará este experimento mais plausível, reforçando sua evidência.

Assim, a caracterização da informação deve levar em conta dois aspectos:

1. a estrutura própria da informação, que é um aspecto lógico a priori (informação estrutural);

2. a familiaridade ou plausibilidade desta informação como um elemento empírico a posteriori, que determina seu peso de evidência (informação métrica).

Para medir cada um destes aspectos, o autor define as seguintes unidades :

Logon – número inteiro que identifica os elementos estruturais independentes da informação. Ex.: número de coeficientes independentes necessários para especificar uma função.

Metron – número inteiro que identifica o peso de evidência de um padrão informacional. Ex.: número de vezes que um professor repete a explicação de um conceito novo em sala de aula.

Se, por um lado, parece não haver muita dificuldade em definir os logons para sistemas formais, por outro lado, não parece fácil definir os logons no caso de formas de comunicação pouco formalizadas, como a comunicação oral, por exemplo. Não é muito clara a pertinência do conceito de metron; pois, muitas vezes, a compreensão de uma informação ocorre subitamente, parecendo ter fraca correlação com o número de repetições anteriores, como na percepção de certas formas estudadas pela *gestalt*.

Em que pesem certas dificuldades para operacionalizar o conceito de informação, é importante destacar um aspecto novo e epistemologicamente relevante para a compreensão da idéia de informação: para MacKay a informação pode determinar *construtivamente* (através da representação da estrutura e do grau de evidência) a forma de alguma coisa pertencente a realidade. Esta maneira construtiva de definir “informação”, utilizada pela ciência e pelos cientistas, a qual define o conteúdo estrutural ou científico da informação, complementa, segundo MacKay, a maneira de determinação *seletiva* dada pela idéia de informação no sentido da teoria de Shannon

§ A Informação como Estímulo-Resposta

Doede Nauta Jr. procura criar um quadro teórico (conceitual) referencial para diferentes teorias da informação.

Considerando a informação como um elo entre as ciências do homem e as ciências da natureza, este autor procura articular conceitos de ambos os lados para criar um quadro conceitual capaz de suportar e explicar diferentes teorias da informação.

Nauta (1970) faz uso dos conceitos de sintaxe, semântica, pragmática e semiosis (cf. MORRIS, 1946, 1964). Uma mensagem possui

as seguintes características : a) estrutura interna (sintática) que possibilita seu reconhecimento ; b) significado (semântica) para o sistema em consideração, que incita a mudança do estado do sistema ; c) estímulo (pragmática), que provoca o padrão de comportamento. Semiosis é definida, nesta teoria, como o processo pelo qual um sinal, percebido por um sujeito, provoca neste último uma reação, segundo um determinado padrão de comportamento.

As teorias da informação que não consideram a semiosis, segundo Nauta, não superam o aspecto descritivo. O autor sugere uma relação entre informação e improbabilidade (*improbability*), pois *uma mensagem transporta mais informação semântica quanto mais precisamente exprimir o significado*, o que a torna mais improvável. Para Nauta, a informação é novidade (o que é conhecido não é informativo) e é discreta.

Os aspectos pragmáticos envolvem sempre a consideração do contexto, por isto motivação e necessidade são aspectos relevantes. Em particular, Nauta considera que, em certas ocasiões, o valor de mercado de uma informação é a medida pragmática da informação (Nauta fala em valor monetário, para sermos mais precisos).

O conceito de semiosis utilizado por Nauta é comportamentalista, sustentado na redução dos aspectos cognitivos a simples relação de estímulo - resposta. Por outro lado, Nauta, de certa forma, antevê a mercantilização da informação, mas reduz o aspecto pragmático da informação à idéia de troca (ou vantagem) mercantil.

§ A Informação como Fluxo

Fred I. Dretske procura explicar como o conhecimento é obtido, partindo do conceito de comunicação de Shannon. Para tanto, procura demarcar o conceito de informação, diferenciando-o dos conceitos de causalidade, por um lado, e de significado, por outro. Para Dretske (1981), informação aumenta o conhecimento, mas não é conhecimento, ou, mais precisamente, o conhecimento é considerado o resultado (ato final) de um fluxo informacional.

Porém, as estruturas cognitivas (semânticas) são consideradas exclusivamente digitais, enquanto a informação pode ser constituída de dados, analógicos. Assim, no caso de dados analógicos, o ato de informação contém digitalização, que resulta em conhe-

cimento na forma digital. Em síntese, enquanto o significado é uma categoria cognitiva e digital, informação é uma categoria não cognitiva.

Para Dretske, enquanto as crenças em geral podem ser verdadeiras ou falsas, o conhecimento é sempre verdadeiro (aristotelicamente, crença justificada verdadeira). Como a verificação é um processo de informação, Dretske só considera como informação as afirmações verdadeiras.

A demarcação entre informação, causalidade e conhecimento é tão estrita para Dretske, que leva a uma redução significativa do conceito de informação, de sorte que a maior parte daquilo que usualmente consideramos informação deixa de ser informação na teoria.

Além disso, a exigência de verdade para a existência de informação parece bastante desejada, mas não necessária, e até mesmo inconveniente, pois mesmo o conhecimento científico, sempre hipotético, ficaria, a rigor, fora da definição de Dretske; em síntese, o valor verdade é um valor demasiado restritivo para a idéia de informação.

Conclusão

Algumas dimensões fundamentais da idéia de informação têm recebido caracterizações distintas em diferentes autores e áreas de conhecimento. Entre as controvérsias relevantes destacamos:

1. a ênfase, ou em aspectos sintáticos, ou semânticos, ou pragmáticos do conceito;
2. o caráter exclusivamente cognitivo (construção mental), ou o caráter também ontológico (na estruturação da realidade física) das informações;
3. a relação entre informação e entropia (ou negantropia);
4. a caracterização da informação como probabilidade ou como organização.

Podemos observar que as diferentes compreensões do termo *informação*, presentes na língua corrente e no senso comum (dado, elemento de decisão, fato, notícia, conhecimento, comunicação) estão presentes nas principais características das imagens da informação construídas nas teorias discutidas (ordem, seleção, re-

apresentação, comportamento, fluxo). Observamos também as grandes tendências epistemológicas alternativas para a construção da idéia de informação (*entidade física*, em uma delas, *representação*, em outra, *elo entre as ciências humanas e naturais*, em outra ainda).

As imagens que oferecemos podem se constituir em referenciais do território teórico respectivo, sempre úteis como guias de visita; contudo, não é demais lembrar, a imagem não é o território; as diferentes teorias acima apresentadas foram construídas em contextos históricos e sociais específicos, abordando diferentes problemas, e apresentando uma configuração conceitual muito rica que o simples e particular recorte da idéia de informação feito neste ensaio panorâmico não permite destacar; tais imagens não podem se transformar em simples rótulos; podem, talvez, se constituir em mais um recurso didático útil, mais uma ferramenta didática para a educação científica, grande afluyente da educação contemporânea cuja importância acreditamos seja ocioso aqui destacar.

A idéia de informação, cuja polissemia transcende seu uso vulgar, instalando-se no coração da própria atividade científica, não possui, certamente, nenhuma conceituação, para não falarmos em teoria científica completamente satisfatória, apesar de muitas teorias da informação terem pretensão de universalidade, universalidade que devemos questionar.

Todas as idéias apresentadas possuem um certo valor, mas nenhuma delas determina completamente o valor da informação, valor até o presente momento relativo a contextos específicos; compreender os diferentes significados da idéia de informação pode tornar mais efetivas a comunicação científica e a crítica intersubjetiva, e aproximar a divulgação científica e o ensino de ciências da própria dinâmica da produção científica.

A educação informática é um dos principais componentes da educação científica contemporânea. Perceber a existência de diferentes escolhas de certos aspectos epistemológicos nas idéias de informação presente em diversos domínios do conhecimento pode também contribuir para o desenvolvimento de estratégias didáticas voltadas para uma educação científica que vise a superação da dicotomia entre as culturas científico-tecnológica e humanista (cf. SNOW, 1995), enfatizando a articulação entre ciências e valores tanto cognitivos quanto sociais, e favorecendo a formação para a cidadania.

ABSTRACT: The idea of information has a strong epistemological status in the contemporary science; many attempts have been done to define the concept of information, although no one has been completely successful. We emphasize in this paper some important attempts, showing their basic analogies, such as order, disorder, representation, behavior and flux, after discussing the great epistemological tendencies of the definitions: (1) physical object, (2) cognitive object, and (3) physic-mental interrelation. The understanding of the various senses the idea of information is used in science has evident implication in Education, particularly in Scientific Education.

KEY WORDS: scientific education, epistemology, information, information theories.

RESUMEN: La idea de información tiene un estatuto epistemológico fuerte en la ciencia contemporánea; se han hecho muchas tentativas de definir el concepto de información, aunque nada han sido totalmente acertadas. Acentuamos en este trabajo algunas tentativas importantes, demostrando sus analogías básicas, tales como orden, desorden, representación, comportamiento y flujo, después de discutir las grandes tendencias epistemológicas de las definiciones: (1) objeto físico, (2) objeto cognoscitivo, y (3) interrelación físico-cognoscitivo. La comprensión de los varios sentidos de la idea de información en ciencia tiene implicación evidente en la educación, particularmente en la educación científica.

PALAVRAS CLAVES: education científica, epistemologia, información, teorías de información

Referências Bibliográficas

BATESON, Gregory. *Steps to an Ecology of Mind*. New York: Ballantine Books, 1972.

_____. *Mind and Nature. A Necessary Unity*. New York: E.P. Dutton, 1979.

_____. *La nature et le pensée*. Paris : Seuil, 1984. [*Mind and nature : a necessary unit*. 1979].

_____. *Sacred Unity. Further Steps to an Ecology of Mind*. New York/: Harper Collins, 1991.

BRETON, Philippe. *L'utopie de la communication*. Paris: La Découverte, 1992.

BRILLOIN , Léon. *La science et la théorie de l'information*. Sceaux : Editions Jaques Gabay, 1988. (Réimpression de l'édition de la traduction française, Masson, 1959.)

CHAÏTIN, G. J. *Information, randomness and incompleteness: papers on algorithmic information theory*. Word Scientific: 1987.

DELAHAYE, Jean-Paul. *Information, complexité et hasard*. 2^e édition revue. Paris : Hermès, 1999. [1994].

DRETSKE, F. *Knowledge and the flow of information*. Cambridge: Bradford Books / MIT Press, 1981.

FOERSTER, Heinz von. *Epistemology of Communication*. In: WOODWARD, K. *The Myths of Information*. Wisconsin: Madison, 1980.

FOERSTER, Heinz von. *Observing Systems*. California: Intersystems Publications. 1984

GUÉROUL, Marcial. *Le Concept d'information dans la science contemporaine*. [C. Royaumont] Paris: Les Editions de Minuit / Gauthier-Villars, 1965.

LEFF, H.S. and REX, A. F. (eds.) *Maxwell's demon: entropy, information, computing*. Bristol: Adam Hilger, 1990.

LIPSET, David. *Gregory Bateson: The Legacy of a Scientist*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1980.

LUHMANN, Niklas. *The Cognitive Program of Constructivism and a Reality that Remains Unknown*. In KROHN, W; KIIPPERS, G.; NOWOTNY, H(eds.). *Self-organization. Portrait of a Scientific Revolution*. London: Kluwer Academic Publishers, 1990.

LUHMANN, Niklas. *What is Communication?* In *Communication Theory*, vol. 2, no. 3, 1992.

MACKAY, Donald M. *Information, mechanism and meaning*. Cambridge/London: The MIT Press, 1969.

MATURANA, H. e VARELA, F. *Autopoiesis and cognition: the realization of the living*. London: Reidel, 1980.

MORRIS, Charles W. *Signs, language and behavior*. New York: Prentice-Hall, 1946.

_____. *Signification and significance: a study of the relations of signs and values*. Cambridge: MIT Press, 1964.

NAUTA, Doede Jr. *The Meaning of information*. Paris: Mouton, The Hague, 1970.

PEIRCE, Charles Sanders. *Semiótica e Filosofia*. São Paulo: Cultrix / Edusp, 1975.

SNOW, C.P. *As duas culturas e uma segunda leitura*. São Paulo: EDUSP, 1995.

SHANNON, Claude E. *The mathematical theory of communication*. In: SHANNON, E. Claude e WEAVER, Warren. *The mathematical theory of communication*. Urbana / Chicago: University of Illinois Press, 1949.

_____. "Information theory". In: *Encyclopaedia Britannica*. Vol 12. Chicago, 1972.

SZILARD, L.. *On the decrease of entropy in a thermodynamic system by the intervention of intelligent beings*. (1929) In: LEFF, H.S., REX, A.F. (eds.) *Maxwell's demon: entropy, information, computing*. Bristol: Adam Hilger, 1990.

VARELA, Francisco J. e DUPUY, Jean-Pierre. *Understanding Origins: contemporary views on the origin of life, mind and society*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1992.

VON NEUMANN, John. *El ordenador y el Cerebro*. Barcelona. Bosch, 1958.

VON NEUMANN, John & MORGENSTERN, Oskar. *Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton. Princeton U PR, 1958.

VON NEUMANN, John. The general and logical theory of automata. In: PYLYSHYN, Zenon W. *Perspectives on the computer revolution*. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1970. p. 87-113.

WEAVER, Warren. The mathematical theory of communication. In: SHANNON, E. Claude e WEAVER, Warren. *The mathematical theory of communication*. Urbana / Chicago: University of Illinois Press, 1949.

WIENER, Norbert. *Cibernética e sociedade*. São Paulo: Cultrix, 1975 [1954].

_____. *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*. Paris: Hermann, 1948.

_____. *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*. 2nd. Revised and enlarged edition. New York/London: MIT Press and Wiley, 1961 [1948].