

FILOSOFIA, EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO

UMA COLETÂNEA DE TEXTOS

Organizada por UBIRATAN D'AMBROSIO



Editora Universidade de Brasília

TEXTOS UNIVERSITÁRIOS

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
Departamento de Métodos e Técnicas - MTC
Curso de Especialização em Educação Continuada e à Distância
Disciplina: Fundamentos Filosóficos da Comunicação e da Aprendizagem
Professores: Ubiratan D'Ambrosio, Hélène Barros, Maria Luiza Pereira Angelim
Turma 1 - 2º Semestre/94

FILOSOFIA, EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO

UMA COLETÂNEA DE TEXTOS

Organizada por UBIRATAN D'AMBROSIO

Emilio I. MORIN
Bolarslev SENDOV
Marcel JOLLIVET
Jan van der LINDEN
J. David TINSLEY

Editora Universidade de Brasília
BRASÍLIA, 1994

UBIRATAN D'AMBROSIO

Biodata:

São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil, 1932. Ubiratan D'Ambrosio é Doutor em Matemática, Professor aposentado da Universidade Estadual de Campinas, onde foi Diretor do Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação, e Pró-Reitor de Desenvolvimento Universitário. Atualmente é Professor Visitante da Universidade de Brasília; Presidente Honorário da Sociedade Brasileira de História da Ciência; Membro do Conselho da "Pugwash Conferences on Science and World Affairs"; Professor Colaborador da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, da Universidade Regional de Blumenau e da Universidade Holística Internacional de Brasília. Foi eleito "Fellow" da American Association for the Advancement of Science, e membro de várias academias científicas do país e do exterior. Foi Professor Visitante em inúmeras universidades do país e do exterior e colaborador da UNESCO, da OEA e do PNUD. Na Organização dos Estados Americanos foi Chefe da Unidade de Melhoramento de Sistemas Educativos. É Presidente do Instituto de Estudos do Futuro. Seus livros publicados incluem: Da Realidade à Ação. Summus Editorial, São Paulo, 1988. Etnomatemática. Editora Ática. São Paulo, 1990.

Editoração Eletrônica: Eduardo M. Chaperman

FICHA CATALOGRÁFICA
ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

F488e Filosofia, educação e comunicação: uma coletânea de textos / Emilio I. Morin, B. Sendov, M. Jollivet, J. van der Linden, J. D. Tinsley; org. por Ubiratan D'Ambrosio. -- Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1994.
86 p. (Coleção textos universitários)

Texto integrante do Curso de Especialização de Educação Continuada e à Distância.

1. Ciência e Educação 2. Comunicação e Informação I. Morin, Emilio I. II. Ambrosio, Ubiratan D'.

CDU 37:101.1
37:007

SUMÁRIO

TEXTO 1.	Verdade Versus Sabedoria Recebida: Em Louvor à Nudez	5
	EMILIO ICHIKAWA MORIN	
TEXTO 2.	Entrando na Era da Informação	18
	BOLERSLEV SENDOV	
TEXTO 3-A.	Um Capítulo da História Recente de uma Antiga e Grande Questão: As Relações Homem-Natureza	31
	MARCEL JOLLIVET	
TEXTO 3-B.	Pluridisciplinaridade, Interdisciplinaridade e Pesquisa Finalizada ou Relações entre Ciências, Técnicas e Sociedades	46
	MARCEL JOLLIVET	
TEXTO 4.	O Caminho da Meditação	61
	JAN VAN DER LINDEN	
TEXTO 5.	Grupos de Trabalho	73
	J. DAVID TINSLEY	

BOLERSLEV SENDOV**

Tradução: Jose Geraldo C. Trindade***

INTRODUÇÃO

Há duas substâncias básicas no universo que estão intimamente ligadas: matéria e informação. A matéria existe em estruturas diferentes construídas por partículas elementares e por energia. A noção de **matéria** é básica e não exige definição formal. A noção de **informação** é tão básica quanto a de matéria e também não exige definição formal.

O pensamento científico atual baseia-se no postulado segundo o qual a informação é **epimaterial** - ela não existe isolada, fora e separada da matéria. Este é um postulado comumente aceito no mundo científico. É impossível pedir que se prove um postulado. Você o aceita, e constroi sua teoria sobre ele, ou o rejeita.

É normal aceitar o postulado de que a informação pode existir separada e independente da matéria. Neste caso, abrem-se possibilidades para muitas especulações interessantes.

A matemática nos dá exemplos de teorias úteis construídas sobre postulados diferentes e até contraditórios. Podemos especular que a diferença entre a ciência e a religião é baseada na aceitação de diferentes postulados para a relação entre matéria e informação.

Dizer que estamos **entrando na era da informação** não significa que, até agora, ela não tenha sido usada. Pelo contrario, o desenvolvimento das sociedades humanas só é possível através da exploração da informação. Estamos entrando, agora, na Era da Informação devido a descoberta de instrumentos extremamente poderosos para a transformação, armazenagem e transmissão da informação. A existência destes instrumentos e seu uso maciço esta mudando a sociedade humana. O papel dos computadores e das telecomunicações é cada vez maior no nosso cotidiano e na ciência.

Nesta palestra, tentaremos rever as tendências no desenvolvimento dos instrumentos para processar e fornecer o recurso chamado **informação**, e discutiremos as propriedades - a própria natureza - deste recurso.

O poder das novas tecnologias da informação influencia a vida humana e a economia a tal ponto que é essencial e crucial a atenção dos governos e das organizações não-governamentais.

Há problemas puramente teóricos e filosóficos associados à enorme **aceleração da potência dos computadores e da capacidade das**

* Seminário Internacional sobre o Papel da Ciência e Tecnologias Aplicadas para uma Sociedade Sustentável realizado em São Paulo, 11 e 12 de outubro de 1993.

** O trabalho de Bolerslev SENDOV, Pesquisador do Centro de Informática e Tecnologia da Computação da Academia Búlgara de Ciências - Sofia, ex-presidente da IFIP (International Federation of Information Processing), um destacado matematico búlgaro e pioneiro da informática educativa, convida-nos à reflexão de natureza muito ampla sobre o que chamamos a era da informática. Pode ser encarado como um trabalho de filosofia de informática educativa. (N. do Org.)

*** Mestrando da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília

telecomunicações. Embora este aspecto do problema pareça secundário, é importante para o futuro e para o planejamento a longo prazo.

1. COMPUTAÇÃO E COMPUTADORES

A história da computação é tão velha quanto a cultura humana. São dois os problemas básicos da computação:

- i) representação dos números;
- ii) realização de operações com números.

A solução do primeiro problema afeta o segundo. Somos capazes de imaginar como os computadores realizam cálculos se a representação destes não é no sistema de posicionamento arábico, mas no sistema romano? Claro que é possível elaborar um programa para realizar operações aritméticas com os números representados no sistema romano, mas ele seria um monstro ineficiente. Na verdade, o sistema arábico para a representação de números pode ser considerado uma das maiores descobertas no processamento de informações. Voltaremos ao problema da representação, mas aproveitaremos a oportunidade para demonstrar a importância de algumas propriedades específicas da informação e, em especial, a maneira como ela é representada.

Depois de termos uma dada representação dos números, é possível pensar nos instrumentos para a realização de operações com eles. A história da evolução destes instrumentos cobre um milênio, se considerarmos o uso do abaco. A verdadeira explosão no desenvolvimento de instrumentos para cálculos começou com a idéia de se usar componentes eletrônicos como transportadores materiais da informação. Não é bastante conhecido o fato de que esta idéia foi implementada, primeiramente, por John Vincent Atanasoff[1]. Em 1936, JVA decidiu:

* "Vou usar eletricidade e componentes eletrônicos como elementos do computador. Apesar da prática corrente, vou usar números em base dois (binários) para meu computador."

* "Vou calcular por ação lógica direta, não por enumeração."

O modelo operacional do Atanasoff-Berry ficou pronto em 1940, na Universidade do Estado de Iowa, em Ames, Iowa.

1.1. Os Transportadores Materiais da Informação

A abordagem científica à informação considera-a **epimaterial**. Ela é sempre transportada por um meio material, mas não é idêntica ao transportador.

Um dos pilares do progresso do processamento da informação são as tecnologias que proporcionam uma elevada relação entre a unidade de informação e a quantidade de matéria necessária para transportá-la. Há um enorme avanço nestas tecnologias, graças ao profundo conhecimento das ciências físicas no que se refere à estrutura da matéria. As últimas conquistas tendem a usar um único átomo para transportar um **bit** de informação. Este é o limite natural, se excluirmos a possibilidade de se usar estruturas subatômicas com este objetivo. Devemos enfatizar, aqui, a importância da física e da química na descoberta de métodos para o uso das estruturas da matéria como transportadoras da informação. As ciências biológicas têm grande potencial neste setor.

Normalmente, fazemos diferença entre memorização e transmissão da informação. Em ambos os casos, há um transportador material que pode estar ou não em movimento. No caso da memorização, interessa-nos uma densidade mais alta e, no caso da transmissão, o envio de volume maior de informação por unidade de tempo.

A construção de canais rápidos, de alta capacidade e confiáveis para a transmissão de informações, é um dos maiores obstáculos ao uso efetivo dos instrumentos de processamento da informação e para o seu consumo. Por analogia, é como a necessidade de super-autoestradas para a passagem dos transportadores.

1.2. A Arquitetura dos Computadores

O computador programado foi descoberto pelo matemático inglês Charles Babbage (1791-1871) há mais de um século e meio. Uma contribuição essencial para a arquitetura das chamadas máquinas em série foi feita pelo matemático norte-americano, de origem húngara, John von Neumann. Sua proposta para gravar o programa e os dados em uma única memória, abriu a possibilidade de o computador mudar seu próprio programa: possibilidade que tem enorme importância e caracteriza os computadores de hoje. A essência das chamadas "máquinas de Von Neumann" é que elas realizam as operações em sequência.

Aumentar a potência do computador significa aumentar o número de operações por segundo. Isto pode ser conseguido de duas maneiras: diminuindo o tempo para ativar os transportadores de informação no computador, ou realizando mais operações, simultâneas, em paralelo.

Hoje, o principal meio para aumentar a potência dos computadores é o princípio do paralelismo, embora ele traga o problema das comunicações dentro do computador. De fato, em um computador em paralelo, o problema maior é garantir comunicações efetivas e transmissão de informações dentro do computador - entre unidades de trabalho paralelas. No começo, o programador reconhecia e endereçava cada bit. Agora, ele lida com processadores que agem como unidades.

É interessante mencionar que a experiência de muitas décadas de trabalho com máquinas em série desenvolveu o sentimento de que o pensamento em série é o mais natural para toda a atividade humana. Mudando para sistemas paralelos, temos que mudar o pensamento "em série" para o "em paralelo". Este último não é menos natural. Por exemplo, um jogador de futebol deve pensar "em paralelo".

1.3. Tecnologias de Alto Desempenho

Sistemas paralelos de computação, combinados com comunicações de alta velocidade, oferecem o potencial para aumentos sensíveis no desempenho, essenciais para satisfazer as crescentes demandas e direcionar as pressões da competitividade das comunidades industrial, comercial e acadêmica, e que terão intenso e prolongado efeito na produtividade, na competitividade industrial, no gerenciamento ambiental e em muitos outros aspectos da sociedade em geral.

Há três centros no mundo competindo na construção de computadores e de meios de comunicações de alto desempenho.

1.3.1. Estados Unidos [2]

Os Estados Unidos têm um programa ambicioso chamado Comunicações e Computação de Alto Desempenho (CCAD) cujos objetivos são:

- * garantir e ampliar a liderança dos EUA em todas as áreas de computação e de redes de comunicação;

- * proporcionar ganhos na competitividade industrial através da integração da computação de alto desempenho a produção industrial.

A intenção declarada é que "o intenso investimento nacional no setor trará dividendos econômicos e sociais, incluindo avanços na educação, na produtividade, nas ciências básicas e na inovação tecnológica".

O CCAD é operacionalizado por oito agências do governo, e seu orçamento total proposto para 1993 foi de US\$ 803 milhões.

Embora os objetivos do CCAD sejam muito amplos, o programa vai atacar vários problemas de computação conhecidos como "Grandes Desafios", e definidos como "problemas fundamentais cuja solução requer significantes aumentos na capacidade de computação e é crítica para as necessidades nacionais". Um pressuposto do programa é que "as novas tecnologias desenvolvidas tornarão possíveis avanços em muitas outras áreas, com benefícios diretos para milhões de norte-americanos."

O cronograma do CCAD pretende "acelerar o desenvolvimento de milhares de avanços na capacidade útil da computação e de centenas de outros na capacidade das comunicações até 1996."

A declaração do Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE), em 01 de julho de 1992 para o Congresso dos Estados Unidos, proporciona uma análise da indispensável parceria dos setores públicos e privados, necessária para o desenvolvimento e para a manutenção de uma indústria de computadores de alto desempenho.

1.3.2. Japão [3]

No Japão, em comparação com os países ocidentais, a maior parte dos fundos de pesquisa vem, diretamente, da indústria, formando grandes investimentos públicos em 1960 e 1970. Para o ano fiscal de 1990, os gastos totais na pesquisa científica ficaram em 13.1 trilhão de ienes, dos quais 83.5% vieram do setor privado.

O projeto "Real World Computing" começou no ano passado e cobre uma ampla gama de abordagens de computação de alto desempenho, incluindo, maciçamente máquinas paralelas, nova funcionalidade como sistemas adaptáveis e não-lineares e processamento neural, biológico e ótico. O programa é realizado em parceria entre governo, indústria e academia. O projeto anterior, denominado "Quinta Geração", fez uso intensivo do Instituto para Tecnologia de Computadores de Nova Geração. Um instituto de computação "Real World" deve ser implantado, mas espera-se que muito do trabalho seja levado a efeito pelos laboratórios existentes. Outro ponto positivo é que funcionários do Ministério Internacional de Comércio e Turismo convidaram pesquisadores europeus e norte-americanos para se unirem ao projeto, o que é possível através de uma rede de alta capacidade. Os projetos japoneses são orientados mais em direção a desenvolvimentos a longo prazo do que para computação e redes de comunicação

científica e tecnológica de alto desempenho, nas quais os fornecedores japoneses estão bem posicionados, como resultado de programas nacionais desde 1966.

1.3.3. Comunidade Européia [4]

A Comissão da Comunidade Européia tem um comitê assessor para Redes e Computação de Alto Desempenho (RCAD). De acordo com este comitê, a Europa tem algumas forças e fraquezas específicas no campo das RCAD.

As forças são:

- * pesquisa de simulação e técnica de elaboração de modelos;
- * tecnologias específicas de programas de software para RCAD;
- * experiência no desenvolvimento de sistemas paralelos;
- * nível muito alto de educação geral;
- * usuários de equipamentos RCAD, que respondem por 30% do mercado mundial de supercomputadores "clássicos"

A Europa sofre a ausência de:

- * uma cultura na qual seja mais fácil para empresas de tecnologia da informação explorarem o mercado europeu;
- * aplicações de importância estratégica para a ciência e a indústria européias claramente identificadas:
 - * consciência da capacidade dos fornecedores europeus de RCAD;
 - * uma cultura empresarial que proporcione a criação de pontos de partida, levando ao estabelecimento de uma indústria competitiva de suprimento;
 - * uma rede de serviços pan-europeia de alta velocidade, confiável, avançada e economicamente viável; e instalações de fácil acesso para a experimentação de técnicas de RCAD.

O comitê assessor para o RCAD recomendou um programa com os seguintes objetivos:

- * garantir a competitividade europeia através da exploração do RCAD.

A Europa deve estar apta a competir em pé de igualdade e em escala mundial, e o RCAD é elemento essencial para a competitividade, sendo cada vez mais explorado pelos competidores estrangeiros.

- * melhorar as oportunidades para as indústrias européias de suprimento de tecnologia da informação.

A capacidade européia para explorar novas tecnologias de RCAD em mercados em expansão pode ser incrementada pela criação de condições de mercado doméstico comparáveis àquelas de seus competidores.

A indústria de eletrônica e de tecnologia da informação, na Europa, totaliza 175 bilhões de ecu* (US\$ 200 bilhões), representando 5% do PNB. O programa proposto é da ordem de um bilhão de ecu (US\$ 1.25 bilhões) por ano depois da fase de implantação. Cerca de 50% desta soma será gasta direta ou indiretamente com as indústrias de fornecimento de programas de software e de indústrias de sistemas de suprimento. Espera-se que só o mercado de sistemas de supercomputadores seja da ordem de US\$ 5 bilhões em todo o mundo por volta do ano 2000. O mercado europeu representará cerca de 30%, ou US\$ 1.5 bilhão.

* Unidade Monetária Européia (N. do Trad.)

2. ESTRUTURAS DA INFORMAÇÃO

Os computadores e as telecomunicações são instrumentos básicos para o processamento e o fornecimento deste importante recurso chamado informação. Assim, a potência e a capacidade destes instrumentos são características decisivas. Não estamos consumindo os instrumentos, mas a informação processada e fornecida por eles. Desta forma, é mais importante conhecer melhor a natureza e as diferentes estruturas da informação.

As tendências no desenvolvimento de computadores de alto desempenho estão ligadas a algumas tentativas de fazê-los alcançar a capacidade última da mente humana. Este objetivo é muito atraente e, em termos científicos, bastante interessante. Para se visualizar as perspectivas de se atingir esta meta, temos que saber mais a respeito das diferentes categorias e estruturas da informação, e sua representação na mente humana.

2.1. Dados e Processamento de Dados

A palavra **dado** é usada com diferentes significados. Na filosofia, **dado** é qualquer fato resultante de observação direta ou qualquer proposição da qual se possa tirar conclusões. Em informática, **dado** é comumente usado com o significado de informação não-estruturada, codificada em forma digital. Na memória do computador, os dados são codificados em um sistema binário, com os devidos procedimentos para a interpretação.

Dados numéricos ou alfabéticos são sequências de dígitos e de letras. Tais dados são codificados e representados na memória do computador. Desconhece-se como os dados numéricos e alfabéticos são representados na mente humana.

Consideremos a sequência de dados: "Usuários de sistemas abertos, fabricantes, vendedores de sistemas e criadores de programas, todos estão se beneficiando das características e capacidade dos sistemas abertos."

É fácil gravar esta sequência na memória de um computador ou na mente humana. O computador vai reproduzi-la com absoluta precisão. A mente humana pode fazê-lo por escrito com alguns erros de ortografia. Esta diferença mostra que o mecanismo de gravação na memória do computador e na mente humana são diferentes. Isto significa que a representação dos dados, em ambos os casos, também tem que ser diferente.

A pergunta é: qual o impulso real para a mente humana? O impulso para a mente humana não é a sequência de dados, mas a informação nela contida.

Os computadores são muito bons e muito superiores aos seres humanos no processamento de dados porque os impulsos, nos computadores, são os dados. Exemplo: cálculos numéricos extensos, recuperação de dados, etc. Fica claro que a facilidade da máquina de processamento de dados é explicada pela entrada de dados claros e precisos.

A mente humana não é tão boa para o processamento de dados porque o impulso para ela não são os dados, mas a informação. Para processar dados, a mente humana tem que recriar as sequências de dados que correspondam à informação. Esta recriação, algumas vezes, nem é fácil e nem bem definida. Quando processamos, por exemplo, dados numéricos, usamos

papel e lápis para termos a representação externa dos dados.

A fotografia de uma face humana pode ser analisada, digitalizada e gravada na memória por um computador. A partir destes dados digitais, a fotografia pode ser reproduzida. A memorização e a reprodução da mesma foto pela mente humana é um processo completamente diferente. Sabe-se que os dados da foto percebidos pela mente humana não são baseados em um exame completo. Isto significa que, neste caso, os dados contidos na foto e codificados pelo computador e pela mente humana serão diferentes. Assim, é fácil compreender a grande diferença entre o processamento de dados visuais pela mente humana e pela máquina. Nestes casos, a mente humana é superior a qualquer supercomputador. É importante ressaltar que, neste caso, o computador e a mente humana estão processando dados completamente diferentes.

O modo como a mente humana reúne informações a partir de dados visuais é um complexo processo fisiológico e psicológico. A elaboração deste processo com um computador é conhecida como "reconhecimento de configuração". Podemos concluir que o processamento de dados é exclusivo dos computadores. Em tais casos, o homem pode ser substituído por um computador, e este lhe será muito superior.

2.2. Informação e Processamento da Informação

A palavra **informação** tem sentidos diferentes em contextos diferentes. Informação é o termo global para um tipo fundamental de substância que é armazenada, processada e transmitida. A informação pode ter graus variados de estrutura. Como já mencionamos, a informação com o menor nível de estrutura é chamada dado. O **conhecimento** é geralmente definido como informação estruturada. Hoje, vemos enorme progresso no desenvolvimento de instrumentos para a armazenagem, processamento e transmissão de informações: são os computadores e os canais de comunicação de diferentes formas. Ao mesmo tempo, o progresso na definição e na compreensão dos diferentes níveis de estruturas informacionais não é tão rápido.

2.2.1. Teoria da Informação

A teoria da informação é um ramo das ciências das comunicações introduzido em 1948 por Claude Shannon. Esta teoria estabelece um meio de mensuração quantitativa do conteúdo informativo de mensagens ou de sequências de dados. A informação contida em uma mensagem escrita em inglês é um tanto diferente do texto escrito. O texto é o dado, e o significado do texto é a informação transmitida através destes dados.

A teoria da informação, de Shannon, é bem conhecida e não vamos explicá-la mais uma vez. Acentuaremos, apenas, a base estatística desta teoria. Um símbolo (dígito ou letra), ou uma mensagem, leva mais informação quanto mais inesperado ele é. O conteúdo informativo do símbolo cresce na medida em que decresce a probabilidade de ele ser transmitido. Se a probabilidade de um símbolo ser transmitido é um, então o conteúdo informativo deste símbolo é zero.

A fundamentação matemática da teoria da informação é quase idêntica à teoria matemática da energia. Esta similaridade é, sob diferentes pontos de vista, interessante. A era industrial é caracterizada pelos poderosos transformadores de energia; e a era da informação, pelos poderosos transformadores da informação.

A teoria da informação, de Shannon, é surpreendente em sua

generalidade porque ela se aplica a todas as fontes de informação e de meios através dos quais a informação é enviada. Esta teoria é um instrumento para a determinação de códigos ótimos para a transmissão de informações proporcionando a redução dos erros decorrentes do envio de uma mensagem através de um canal barulhento.

A teoria de Shannon é útil apenas nas tecnologias da informação ligadas à transmissão de informações e é, em geral, inútil no processamento da informação.

Numerosas tentativas para elaborar uma teoria para o processamento da informação até agora falharam. A maior dificuldade para esta elaboração teórica é a complexidade das estruturas da informação, que são da mesma categoria das do conhecimento. O processamento do conhecimento inclui-se, automaticamente, no processamento da informação.

É evidente que uma teoria da informação útil para o processamento da informação deve ser, de fato, uma teoria do conhecimento. Ela tem que medir a quantidade de conhecimento de uma dada informação, como a teoria de Shannon mede a quantidade de informação de determinado dado.

Se compararmos o desenvolvimento das ciências da informação e das ciências dos materiais, é óbvio que estamos apenas no começo da diferenciação dos níveis de estrutura da informação e das ciências correlatas

2.2.2. Filosofia da Informação

Na era da informação, é comum usar o termo "informação" para explicar vários eventos e processos. Na era industrial, este papel era desempenhado pela mecânica e pela energia. Hoje, por exemplo, a biologia molecular baseia-se no código genético e na compreensão de processos biológicos como os de codificação, decodificação e transmissão de informação. A gênese do câncer pode ser explicada como um erro no código genético. A mesma metáfora é usada na teoria da educação. O processo educacional é visto como transmissão de informação ou de informação altamente estruturada sob a forma de conhecimento.

A metáfora informacional é muito útil, mas não podemos esquecer que é, apenas, uma metáfora. Quando tentamos compreender o funcionamento da mente humana, também é útil empregar a metáfora informacional, ou ver a mente humana como um computador processando informações. Mas é apenas uma analogia para ajudar na compreensão de alguns processos. Não sabemos, exatamente, o caráter "informacional" dos sinais que viajam pela mente humana e pelo corpo humano. É evidente que eles levam informações, mas ainda não foi possível decodificá-las completamente e sua representação. Sua estrutura exata não é conhecida.

Nada há de errado em se comparar a função da mente humana com um computador. Mas é errado acreditar que ela funciona com a mesma estrutura de informação que o computador. Há muitas evidências de que não é assim. Uma compreensão mais profunda dos diferentes níveis e categorias das estruturas da informação ajuda a colocar os computadores em nível mais próximo da capacidade da mente humana. As dificuldades, atualmente, são mais quantitativas do que qualitativas. São necessárias idéias novas na ciência da informação.

2.3. Conhecimento e Processamento do Conhecimento

A palavra "conhecimento" também tem diferentes sentidos. A noção do conhecimento é básica na filosofia, e tem ocupado muitas mentes desde os filósofos da Grécia Antiga. O estudo do conhecimento, constitui uma ciência: a epistemologia. Toda escola filosófica tem uma determinada atitude em relação ao conhecimento. A epistemologia lida, principalmente, com o uso da palavra "conhecimento" no sentido do que é. Tal conhecimento pode ser certo ou provável. Saber que alguma coisa é é um conhecimento proposicional. Significa que a proposição ou a declaração é verdadeira ou provável. É um conhecimento do tipo "saber que", que é diferente de "saber como", "saber por que", "saber onde", etc. Para a epistemologia, é importante, também, a distinção entre conhecimento direto e indireto, ou conhecimento por vivência e conhecimento por descrição.

Todo conhecimento é baseado em informação. Embora toda informação contida em todos os livros estejam, potencialmente, a disposição de cada indivíduo, esta informação não é a base do conhecimento de cada um deles. Ela se torna conhecimento depois de ter sido compreendida. Como afirma J. Dewey[5]:

"... mas a informação é um fardo de difícil assimilação a menos que seja entendida. Só é conhecimento quando seu material é compreendido. E entender, compreender, significa que as várias partes da informação adquirida são apreendidas em sua relação entre si - um resultado que é obtido apenas quando a aquisição é acompanhada pela reflexão constante sobre o significado do que é estudado."

Podemos dizer que o conhecimento é um tipo de informação no qual diferentes partes são ligadas umas às outras, ou seja, informação dotada de estrutura. No processamento da informação, o conhecimento é geralmente usado para significar informação estruturada.

2.4. Estruturas Elevadas de Informação

Admite-se que o conhecimento não é a mais elevada estrutura da informação. Mas, até agora, não reconhecemos tais estruturas no processamento da informação. Uma estrutura que pode ser mais elevada do que o conhecimento é a "sabedoria". De acordo com a Enciclopédia de Religião e de Ética[6]:

"diferentemente da visão racional e sistemática do mundo e do homem, que é o objetivo consciente da filosofia, a sabedoria pode ser definida como a percepção direta e prática do significado e do propósito das coisas, que ocorre às mentes argutas, penetrantes e observadoras, a partir de suas experiências de vida e de seu relacionamento diário com o mundo [7]. É fruto não tanto da especulação, mas da sagacidade e da argúcia inatas. Conseqüentemente, enquanto a filosofia agrada apenas às elites intelectuais, a sabedoria agrada a todos os que estão interessados na vida e têm capacidade de compreensão bastante para apreciar a verdade. Todavia, apesar desta distinção, as duas estão intimamente ligadas. O conhecimento da vida, adquirido intuitivamente pela sabedoria, é a matéria-

prima da qual se desenvolvem os sistemas filosóficos."

A sabedoria é uma qualidade especial de informação que, até agora, não foi discutida no contexto das ciências do ramo[8]. Mas o conhecimento é expresso através da ação, e uma ação sábia é expressão de sabedoria. Isto significa que uma melhor elaboração das atividades da mente humana precisará de uma representação por computador da informação chamada sabedoria.

A palavra "sabedoria" significa, em geral, qualidade ou estado do "sábio"; conhecimento do que é correto ou verdadeiro aliado a um julgamento justo no que se refere à ação; sagacidade, discernimento ou percepção. Em outras palavras, "sabedoria" é um tipo especial de conhecimento - e o conhecimento é um tipo especial de informação. Se o conhecimento é a informação estruturada, a sabedoria tem que ser o conhecimento especialmente organizado.

Para entender as dificuldades de se comparar a mente humana com o computador, é necessário conhecer as características das estruturas da informação não apenas como conhecimento, mas também como sabedoria.

A mente humana tem sido estudada como se fosse independente do corpo. Neste estágio, estamos interessados apenas na habilidade da mente humana processar o conhecimento. A sabedoria está associada ao julgamento justo no que se refere à ação, e pressupõe a conexão da mente com o corpo.

Há um tradicional enigma na relação entre cérebros e mentes. Meynert (que foi professor de Freud) foi, possivelmente, o primeiro a desenvolver a idéia de que pode-se começar a compreender o que acontece no sistema nervoso não só observando onde certas estruturas estão localizadas mas, também, pelo aprendizado dos padrões de conexão entre estas estruturas. Há um ditado alemão segundo o qual foi Meynert quem dotou ao cérebro uma mente.

O entusiasmo oriundo da primeira implementação de computadores para o processamento de informações altamente estruturadas, e para o processamento do conhecimento, dá origem à crença de que seria possível usar o processamento do conhecimento e a inteligência artificial para construir fábricas totalmente automatizadas e eliminar o ser humano do trabalho na indústria e na agricultura mecanizada. A este respeito, dizem W. Coy e L. Bonsiepen[9]:

"A idéia geral da fábrica totalmente automatizada, que é apoiada em produtos de inteligência artificial, como sistemas especializados, está errada e leva ao fim muitos projetos de indústrias auxiliadas por computador. É perigosamente errado devido às conseqüências para todos os participantes desta aventura..."

O uso de sistemas especializados em ambientes de risco - onde são necessárias decisões rápidas, pode ser considerado irresponsável. O controle de fábricas nucleares, químicas ou petroquímicas por sistemas deste tipo leva a ações irresponsáveis e deve ser, por conseguinte, proibido..."

Embora, provavelmente, não possamos evitar a transferência da responsabilidade dos humanos para os sistemas mecânicos, esta transferência, se houver, deve ficar transparente para os usuários."

Neste caso, estamos discutindo ações e julgamento justo. Isto significa que estamos trabalhando com a sabedoria. É errado e perigoso usar sistemas especializados em ambientes de risco porque não há habilidades de "processamento de sabedoria" incorporados a estes sistemas.

O computador só pode desenvolver um julgamento justo para ordenar ações se ele for "sábio" ou se processar sabedoria.

É possível, para um computador, processar sabedoria? Minha resposta é negativa. Como no caso do conhecimento, o computador pode processar apenas sabedoria artificial, baseada no conhecimento e na inteligência artificiais. Esta não é uma declaração pessimista. A sabedoria artificial pode ser útil e confiável.

3. TECNOLOGIAS E SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO

As novas tecnologias da informação são decisivas para o desenvolvimento de qualquer país ou região. Como vimos no relatório da Comunidade Européia, citado anteriormente, mesmo a Europa Ocidental considera-se desprovida de "redes de serviço de alta velocidade confiáveis, avançadas e economicamente viáveis".

Para que se possa colher os benefícios das tecnologias da informação de última geração, envolvendo os sistemas mais avançados de computação interligados a redes de alta velocidade, é necessário um enorme volume de investimento para a construção da infra-estrutura. Aqui surge o problema dos países menos desenvolvidos e de suas oportunidades na era da informação.

3.1. Desenvolvimento Humano

O desenvolvimento humano preocupa-se tanto com o desenvolvimento de especialidades humanas como com o uso produtivo destas.

No Relatório de Desenvolvimento Humano, de 1992, do Banco Mundial, há dados muito precisos sobre as tendências do desenvolvimento humano em geral.

"Países que têm uma força de trabalho com habilidades mais elevadas - bem como oportunidades de investimento política e economicamente mais estáveis - oferecem melhor retorno.

A menos que os países em desenvolvimento adquiram maior controle sobre a crescente "indústria do conhecimento", eles ficarão para trás, enredados em produção de baixo valor.

É muito improvável que haja, um dia, uma distribuição equânime de capital físico no mundo. Mas acelerar a distribuição de conhecimentos e habilidades é uma proposta muito mais viável - e pode ajudar a equalizar a distribuição de oportunidades de desenvolvimento, tanto em nível nacional como mundial."

Assim, o relatório apresenta cinco conclusões principais:

- * O crescimento econômico não melhora automaticamente a vida da população, dentro do país ou internacionalmente;
- * Os países ricos e os pobres competem no mercado mundial como parceiros desiguais;
- * Os mercados mundiais não operam livremente. Isto, e mais a parceria desigual, custa, aos países em desenvolvimento, US\$ 500 bilhões por ano, 10 vezes mais do que eles recebem de ajuda externa;
- * A comunidade mundial precisa de políticas apropriadas para proporcionar uma rede de segurança social para os países pobres e para as pessoas pobres;
- * Os países industrializados e os em desenvolvimento têm a oportunidade de elaborar um novo pacto global - e garantir, em um mundo pacífico, o desenvolvimento humano e sustentável para todos.

Todas estas conclusões do Banco Mundial apontam para as dificuldades básicas na obtenção de relativa igualdade nas oportunidades para todos. É até possível que as novas tecnologias da informação tornem as diferenças entre pobres e ricos mais acentuadas.

Lemos no relatório citado:

"As disparidades mundiais nos indicadores de sobrevivência humana (educação primária, expectativa de vida, mortalidade infantil e neonatal) têm-se reduzido consideravelmente nas três últimas décadas. Mas as disparidades em tecnologias e em sistemas de informação têm-se ampliado. Os países do Norte têm, numa base per capita, nove vezes mais cientistas e pessoal técnico do que os do Sul... e 24 vezes mais investimento em pesquisa tecnológica. Têm, também, uma infraestrutura de comunicação muito superior, com 18 vezes mais ligações telefônicas per capita. E na competição mundial esta liderança em tecnologia e em informação é decisiva."

4. CONCLUSÕES

É evidente que estamos entrando em uma nova fase do desenvolvimento humano que deve ser chamada Era da Informação. Não por que em épocas anteriores a informação não tenha desempenhado um papel na sociedade. Pelo contrário, a informação sempre foi necessária e consumida pelos seres humanos. As necessidades da informação para o desenvolvimento do ser humano são tão importantes como o alimento e a água. Mas, na era da informação, esta se torna um dos mais importantes recursos da economia.

As novas tecnologias da informação são baseadas em:

- * conhecimento profundo das propriedades da matéria para a criação de transportadores de informação compactos, rápidos, poderosos e confiáveis;
- * programas e arquiteturas sofisticadas para a transformação rápida e confiável da informação;

* compreensão profunda das diferentes estruturas e das diferentes representações da informação.

Esta última é extremamente importante e é o objetivo das ciências da informação que constituem a informática. Esta já é formada por grupos estabelecidos de ciências que estudam as diferentes estruturas da informação, da mesma forma que as ciências naturais - física, química, biologia e outras - estudam as diferentes estruturas da matéria.

Para o uso efetivo das oportunidades oferecidas pelas novas tecnologias da informação, são necessários investimentos maciços em telecomunicações de alta qualidade. A existência de boas redes de comunicação pode reduzir a curto prazo as necessidades de supercomputadores.

Um dos mais importantes investimentos na era da informação é a educação em todos os níveis e a pesquisa de alta qualidade em informática.

Ainda que o objetivo das novas tecnologias da informação seja construir computadores que possam competir com a mente humana, o fator humano na era da informação será decisivo.

REFERÊNCIAS

- [1] ATANASOFF, J. V. "Advent of Electronic Digital Computer" In Ann. of the History of Computing, 6, Nº 3, 1984, 229-282
- [2] Documento do Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) para o Congresso dos Estados Unidos, Julho, 1992
- [3] KAHANER, D. "Report on Real World Computing Workshop". In Office of Naval Research, Asia (Tóquio, Japão)
- [4] "Report of the High Performance Computing and Networking Advisory Committee", volume 1 Comission of the European Communities, Outubro, 1992
- [5] DEWEY, J. How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process. Boston: Heath, 1933
- [6] HASTINGS, J. (Ed.) Encyclopaedia of Religion and Ethics. Nova Iorque, Charles Scribner's Sons.
- [7] MORLEY, J. Studies in Literature, Londres, 1981, p. 57
- [8] SENDOV, Bl., "Data, Information, Knowledge and Wisdom", Conf. Proc. SEARCC '92, Kuala Lumpur, Malásia, 11-14 de Agosto, 1, 1992, 1.01-1.14
- [9] COY, W. e BONSIEN, L. "Expert Systems. Before the Flood?" In Information Processing'89, IFIP Congr. 1989, Elsevier, North-Holland, 1989, 1167-1172

