

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

por Ubiratan D'Ambrosio

Uma reflexão sobre educação, em particular sobre educação matemática, depende, necessariamente, de analisar a evolução das tecnologias de informação e de comunicação ao longo da evolução da espécie humana.

As primeiras manifestações tecnológicas.

Tecnologias, tais como a pedra lascada e o uso de instrumentos rudimentares, aliadas à capacidade de comunicar-se, comum a todas as espécies animais, estavam presentes no comportamento das várias espécies de homínídeos que, a partir de 6×10^6 a.P., precederam as espécies *homo*. A capacidade de fazer fogo, que surgiu cerca de 5×10^5 a.P., foi importante na reunião de grupos humanos em cavernas em torno da fogueira, e no melhor aproveitamento, em quantidade e qualidade, de carcaças de animais para alimentação. O sedentarismo permitiu contato mais prolongado entre indivíduos do grupo e a necessidade de uma comunicação mais sofisticada. Essa comunicação, facilitada por uma conformação muito especial da laringe, transformou grunhidos em fala. A espécie *homo erectus* começou a desenvolver sua capacidade de linguagem. Sem dúvida, o surgimento da linguagem foi determinante na evolução das espécies *homo*.

O sedentarismo nas cavernas evoluiu para decorações, possivelmente de natureza mística. Sinais e desenhos, revelando os primeiros passos em direção à abstração, foram recentemente encontrados nas cavernas de Blombos, na África do Sul, feitas cerca de 77.000 a.P.. Muito conhecidas são as gravuras das grutas de Lascaux, cerca de 30.000 a.P..

Vou limitar minha discussão principalmente às civilizações na bacia do Mediterrâneo, da qual se originaram as grandes civilizações ocidentais que, a partir do século XV, passaram a dominar todo planeta.

O grande passo na evolução dos sistemas de informação e de comunicação deu-se com a invenção da escrita, a primeira tecnologia de informação e comunicação à distância, em espaço e tempo. Segundo conta Sócrates a Fedro (ver *Diálogos*, de Platão), o deus egípcio Thoth diz ao velho rei Tamuz: “Esta arte, caro rei, tornará os egípcios mais sábios e lhes fortalecerá a memória; portanto, com a escrita inventei um grande auxiliar para a memória e a sabedoria”. Cerca de 500 a.C., a escrita estava presente nas grandes civilizações da antiguidade. Surgiram livros copiados em papiro e em peles de animais. Aproximadamente no primeiro século da era cristã os chineses inventaram o papel. Foi importado pelos europeus, que passaram a fabricá-lo no século XIII. E em 1455, Johann Gutenberg imprimiu, numa impressora de tipos móveis, a Bíblia. Estava inventada a imprensa, que viria transformar profundamente a sociedade e o pensamento europeus, na verdade toda a humanidade. Poder-se-ia dizer que essa invenção é o precursor da civilização moderna.

O mundo moderno.

Em 1492, Cristóvão Colombo descobriu terras até então desconhecidas, e, em 1498, Vasco da Gama circunavegou a Terra, contornando a África e chegando à Índia. Começou então a era conhecida como dos grandes descobrimentos, da conquista e da colonização. Desde então, a civilização européia impôs-se a todo o mundo.

A partir de então surgiram novas oportunidades comerciais e a necessidade de maiores recursos humanos. Essa necessidade foi responsável por uma grande expansão dos sistemas educacionais. Os livros tiveram, nessa expansão, grande importância.

Assim como a escrita teve grande impacto na evolução das idéias, o sistema de numeração hindu, introduzido no mundo islâmico por al-Karizmi, em 850, foi levado e difundido na Europa por Leonardo di Pisa, o Fibonacci, em 1200. Essa nova técnica do registro de quantidades e de operações aritméticas foi fundamental no desenvolvimento europeu. Tabelas, disponibilizadas com precisão graças à imprensa, possibilitaram as grandes navegações. As tabelas foram ampliadas com a invenção dos decimais (Simon Stevin, 1548-1620) e dos logaritmos (John Napier, 1550-1617), criando possibilidades de registros de dados astronômicos, resultados de estudos em observatórios (Tycho Brahe, 1546-1601), das observações com telescópios (Galileo Galilei, 1564-1642) e dos relógios de precisão (Christian Huygens, 1629-1695). Estavam, assim, graças a tecnologias variadas, lançadas as bases do pensamento moderno. O esquema seguinte sintetiza a evolução dessas tecnologias de suporte:

LINGUAGEM ORAL (5×10^5 a.P.)
ESCRITA (500 a.C.)
ALGARISMOS e ALGORITMOS (séc. XIII)
IMPRESA (séc. XV)
DECIMAIS e LOGARITMOS (séc. XVI)
TELESCÓPIO e RELÓGIOS (séc. XVII)
REGISTRO e MANIPULAÇÃO DE DADOS
OBSERVAÇÕES e TABELAS CONFIÁVEIS

Todas essas tecnologias, combinadas, foram importantes para que Isaac Newton (1642-1726) formulasse uma teoria geral de movimentos, na Terra e no espaço, e publicasse, em 1687, o livro que marca o início da ciência moderna: *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. A matemática de suporte às teorias de Newton é o Cálculo Diferencial, inventado, independentemente, por ele e por Gottfried W. von Leibniz (1646-1716).

Deve-se notar que, assim como a aritmética, entendida como as técnicas de fazer contas, a álgebra, e o próprio Cálculo Diferencial, são técnicas que permitem a manipulação de dados.

Os desenvolvimentos do Cálculo conduziram à tecnologia, sobretudo devido às aplicações ao estudo do movimento de fluídos, dando origem à hidrodinâmica, onde despontam os nomes de Daniel Bernoulli e Leonhard Euler. Isso abriu o caminho para a máquina a vapor e para a termodinâmica, criando assim enormes possibilidades para a intensificação da Revolução Industrial.

Fazer contas e as novas tecnologias.

Interessante notar que havia, na época, um grande interesse em tecnologia que permitisse efetuar, mecanicamente, os cálculos necessários para esses desenvolvimentos. Particularmente os cálculos trabalhosos. Filósofos, como Leibniz e Blaise Pascal (1623-1662), viam, no fazer contas, uma atividade puramente mecânica, que não merece ocupar o tempo dos seres humanos, cuja capacidade deve ser para pensar e não para fazer operações de rotina. Sonhavam, sem imaginar que pudesse ser possível, com calculadoras e computadores.

Leibniz e Pascal foram pioneiros na busca de uma tecnologia que liberaria o homem de um pensar puramente mecânico e rotineiro, reservando à mente humana tarefas mais nobres. Pascal chegou a patentear um protótipo de uma máquina de calcular. Hoje possuímos a tecnologia adequada para dar maior dignidade à mente humana. As pesquisas recentes sobre primatologia nos indicam que chipanzés têm significativa capacidade numérica. É uma espécie nova que, eventualmente, poderá alcançar os humanos na capacidade de fazer contas. Não há indicações que se encaminham para desenvolverem a criatividade das explicações, da transcendência, das artes e das religiões. Poderão ser treinados para aprender a fazer contas. Será correto treinarmos nossas crianças para esse mesmo aprendizado, quando nossas crianças já dispõem da tecnologia que as liberta dessa rotina mecânica?

Com o início da modernidade, deu-se um grande desenvolvimento da ciência e da tecnologia que, embora ainda não tenham sido formalmente incorporadas, nas suas plenas possibilidades, pelos sistemas escolares, são de grande importância na educação. Dentre essas, destaco:

O REGISTRO DE IMAGENS:

Fotografia: Louis Daguerre (1789-1851), 1837.

Cinema: Auguste (1862-1954) e Louis Lumière (1864-1948), 1895.

TELEFONIA:

Telefone: Alexander Graham Bell (1847-1922), 876.

RÁDIO:

Sinais através do Atlântico: Guglielmo Marconi,(1874-1937),1901.

Telefotos: Western Union, 1921.

Teletipo: Edward E. Kleinschmidt, 1928.

Fax: anos 80.

TELEVISÃO:

TV doméstica: Peter C. Goldmark, 1940.

Um grande impacto, cujo desenvolvimento ainda é motivo de especulação filosófica, veio com o desenvolvimento das mídias digitais e da informática. Menciono:

COMPUTADOR ELETRÔNICO DE VÁLVULAS:

ENIAC: John Mauchly, 1946.

CIBERNÉTICA:

Norbert Wiener (1894-1964), 1948.

TRANSISTOR:

Bell Laboratories, 1948.

CIRCUITOS INTEGRADOS:

Texas Instruments, 1959.

MICRO-COMPUTADOR:

Trong Truong, 1973.
TELEFONE CELULAR:
anos 80.
INTERNET

Muitos estarão perguntando: mas o que, de específico, se passou com a matemática? Embora eu tenha mencionado, em alguns parágrafos acima, a importância desses desenvolvimentos para a matemática, agora vou me referir especificamente à matemática.

Novas orientações na matemática.

O século XIX pode ser considerado o século das grandes invenções tecnológicas que afetaram diretamente o cotidiano e o pensamento. Não nos esqueçamos que fenômenos elétricos, nos animais e na natureza, começaram a ser explicados durante o século XIX. As tecnologias associadas à eletricidade tiveram grande influência no desenvolvimento da matemática. Pode-se dizer que a matemática, que se originou da visão de Isaac Newton de um universo determinista, e do instrumental desenvolvido para explicá-lo, atingiu seu apogeu no século XIX. Esse apogeu, que tem um caráter de terminalidade, está sintetizado, nos 23 problemas propostos por David Hilbert, no Congresso Internacional de Matemáticos, em Paris, em 1900.

No século XX reconhecemos duas grandes linhas de pesquisa matemática: umas delas completando a fase que poderíamos chamar da continuidade determinista, foi focalizada na resolução dos problemas propostos por Hilbert e na elaboração de teorias de suporte. E uma outra, que resultou de novas percepções da natureza, ainda em seus primeiros passos, e que foram possíveis graças a uma elaborada tecnologia resultante da eletricidade e suas ramificações, como eletromagnetismo, a eletrônica e a microeletrônica. Pioneiras dessas novas percepções são a mecânica quântica e a relatividade. As novas percepções exigiram o desenvolvimento de um novo instrumental matemático, que se encaminha para o discreto e o probabilístico. Essa é a nova linha de pesquisa matemática que começou a se desenvolver no século XX e que, possivelmente, se intensificará durante o século XXI.

Essa nova matemática é essencialmente interdisciplinar e não poderá ser feita desligada das demais disciplinas. Assim como na matemática pós-newtoniana a mecânica teve papel essencial, a eletricidade e o eletromagnetismo foram de grande importância para a matemática do século XIX. Na primeira metade do século XX a mecânica quântica e a relatividade, que começaram a questionar o determinismo newtoniano, tiveram grande influência no desenvolvimento da matemática. A partir da segunda metade do século XX, e agora entrando no século XXI, as relações com outras disciplinas, como a biologia, a psicologia e as ciências humanas em geral, são dominantes no novo pensar matemático. Novas linhas da matemática, tais como pesquisa operacional, programação, fractais, *fuzzy* e outras geometrias, deverão ser aprofundadas. O desafio para a matemática é passar do linear para o complexo e do quantitativo para o qualitativo. O grande desafio da educação matemática é incorporar essas tendências no ensino.

Reflexos, na educação, da tecnologia e de um novo pensar.

O maior obstáculo à incorporação da tecnologia e de uma nova matemática à educação tem sido uma crítica ingênua de certos matemáticos e educadores matemáticos. Particularmente grave é a resistência à incorporação das novas tecnologias de informação e comunicação.

Ainda há insistência em se ensinar uma matemática desinteressante, obsoleta, inútil. Propostas como a modelagem e a etnomatemática, que incorporam novas maneiras de ver a matemática, apoiando-se nos avanços mais recentes da tecnologia e de um novo pensar, e propondo uma reflexão crítica sobre as questões fundamentais da civilização atual, ainda encontram resistência. Há um conservadorismo dominante os sistemas escolares.

Segundo Seymour Papert, um dos grandes discípulos de Jean Piaget,

“Nas escolas estamos longe de mobilizar o potencial de aprendizagem dos alunos e muito, muito longe de mobilizar o potencial global de aprendizagem do mundo. No meio dessa explosão de mudanças, a instituição ESCOLA continua do mesmo modo em todos os países. Bilhões de dólares são desperdiçados.” (S.Papert, 2001)

Segundo as recomendações do IITE/Institute for Information Technology in Education, da UNESCO, criado em 2000 e com sede em Moscou [<http://www.iite.ru>], a incorporação da tecnologia à educação pode ser organizada a partir de seis etapas:

- adotar uma visão do futuro da aprendizagem aceitando o fato que todo aluno terá um computador;
- comprometer, nos cronogramas das escolas, a preparação para adoção das novas tecnologias;
- criar centros regionais equipados com tecnologia de ponta;
- estabelecer grupos de pesquisa sobre novos currículos e metodologias de aprendizagem e ensino;
- incorporar uma nova visão de educação e a aquisição de fluência tecnológica na formação de professores;
- assegurar atenção às dimensões espirituais, cognitivas, sociais e pessoais do crescimento do jovem num contexto de alta tecnologia.

A matemática tem, nesses seis pontos, papel de fundamental importância.

O que se necessita é repensar a educação, na qual a tecnologia tenha uma importância fundamental. A tecnologia, em si, não é a solução, pois é apenas um instrumento. Mas embora a tecnologia, por si, não implique uma boa educação, a falta de tecnologia automaticamente implica uma má educação.