

# EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E A QUESTÃO AMBIENTAL

Antonio Carlos Carrera de Souza\*

## INTRODUÇÃO

A situação de degradação ambiental vivida por diferentes sociedades, no mundo contemporâneo, tem originado em diferentes setores sociais preocupações de ordem científica e, ao mesmo tempo, políticas. Os meios de comunicação de massa divulgam cotidianamente questões de caráter ambiental, fornecendo dados e estimativas. Propostas científicas para solucionar esses problemas são divulgada pela mídia, utilizando-se de instrumentos matemáticos como, por exemplo, porcentagens, estatísticas e gráficos. Entretanto, verifica-se que a escola não incorporou, nos seus procedimentos pedagógicos, a utilização do instrumental matemático como possibilidade para o tratamento da questão ambiental.

Em recentes estudos, organismos ligados à ONU (Organização das Nações Unidas) e dedicados à questão ambiental – como, por exemplo: PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), UICN (União Internacional para a Conservação da Natureza) e WWF (Fundo Mundial para a Natureza) –, apontam alguns caminhos para a sociedade no sentido de como a educação poderá contribuir para modificar a situação atual do planeta Terra.

Indicam, em primeiro lugar, a necessidade de haver a difusão de informação por meio dos sistemas formais e informais de educação para que as políticas e providências necessárias à sobrevivência e bem-estar das diferentes sociedades do mundo possam ser explicadas e entendidas.

Em segundo lugar, indicam que comunidades organizadas e bem informadas podem contribuir em muito para decisões que as afetem diretamente e, ao mesmo tempo, desempenhar um papel indispensável na criação de uma sociedade segura e sustentável.

Recomendam, ainda, que todo esse processo de informação e formação deve buscar a ética mundial para a vida sustentável através da ação em todos os setores da sociedade. E, um caminho seguro para isto será obtido a partir da ajuda das crianças na mudança de atitudes com base na informação das novas idéias que forem aprendendo na escola. Esta ajuda existirá quando houver consciência de que todo sistema influencia sistemas maiores e menores e por eles é influenciado, sejam eles ecológicos, econômicos, sociais ou políticos.

Os dados, porém, referentes à educação em nosso planeta são inquietantes. Em recente publicação da ONU, constatava-se que em relação ao analfabetismo, embora tenha havido progresso nessa área (a alfabetização adulta nos países de menor renda aumentou de 43% em 1970 para 60% em 1985), um quarto da população adulta masculina e metade da população adulta feminina (num total de 900 milhões de pessoas) ainda não pode ler e escrever. O analfabetismo e o desemprego penalizam o pobre com a miséria. A qualidade de vida também

\* Departamento de Educação/UNESP/IB/Rio Claro

depende da oportunidade e da capacidade de se ter um lugar na comunidade.

Nesse contexto, entendemos que a escola deve proporcionar ao aluno situações em que se efetuem análises e interpretações da questão ambiental. Localizamos como uma possibilidade pedagógica, adequada à formação para a cidadania, a utilização, na Educação Matemática, da Modelagem Matemática. E, vale dizer, se nos modelos desenvolvidos a questão ambiental for enfocada, obteremos modelos interpretativos do real, de ordem interdisciplinar, pois, dada a complexidade da temática ambiental, é consenso que nenhuma área do conhecimento humano teria por si só condições, tanto teóricas como metodológicas, de dar um encaminhamento mais efetivo às questões de natureza diversa que são colocadas pela mesma.

No caso do ensino de 1º e 2º graus, retoma-se, hoje, o papel da escola na busca da cidadania. Devemos, portanto, estimular os alunos para que utilizem o conhecimento apreendido como instrumento para a interpretação do mundo.

Identificamos uma procura, hoje, no sentido de entender a escola como um espaço onde a contradição se faz presente e, por isso mesmo, com possibilidade de contribuir para se formar o cidadão, estimulando-o a participar e transformar a realidade.

Apesar do enfoque acima exposto, verificamos que, na Educação Matemática proporcionada pela escola de 1º e 2º graus, algumas práticas, ainda são, lamentavelmente, enfatizadas: a memorização, os aspectos descritivos da realidade concreta, o distanciamento cada vez maior do cotidiano e do interesse do aluno gerando, portanto, um conhecimento científico desligado das questões que envolvam a realidade.

O processo educativo pode contribuir para a superação do quadro atual de degradação da natureza. Para isso, é necessário que a escola, enquanto instituição, esteja preparada para incorporar a temática ambiental de forma interdisciplinar. O desenvolvimento de atividades dessa natureza é hoje uma exigência para que a escola cumpra sua função social.

O que se percebe, no entanto, é que, na prática, muito pouco tem sido feito em termos de trabalhos interdisciplinares na escola e, em particular, na Educação Matemática. Essas práticas, quando realizadas, acabam ocorrendo sem o mínimo de objetividade e organização que lhe dêem retorno em termos de ensino e aprendizagem. Para otimizar esta questão, procuramos unir à Educação Matemática, através da Modelagem Matemática, as questões geradas nos estudos das questões ambientais.

Esses são alguns problemas que este ensaio procurará abordar, buscando indicações objetivas em termos de possibilidades e limites no desenvolvimento de propostas que integrem à Educação Matemática atividades oriundas da Temática Ambiental.

## **A TRAVESSIA AMBIENTAL**

**T**em-se colocado cada vez mais a necessidade de procurarmos estudar tanto os dinâmicos processos da natureza, como as relações que as diferentes sociedades, no tempo e no espaço, têm estabelecido com o meio ambiente.

A interferência nessa dinâmica, muitas vezes operada de forma irreversível, e as conseqüências dessas atitudes, muitas vezes catastróficas, têm suscitado algumas perguntas e algumas hipóteses sobre a possibilidade futura de vida em nosso planeta.

Organizações ambientalistas têm sugerido que um primeiro passo para alterar este quadro será obtido quando os governos, em parceria com os professores, avaliarem corretamente as novas combinações de habilidades técnicas e profissionais necessárias a uma sociedade sustentável. No entendimento dessas organizações, todos os profissionais precisarão de um amplo conhecimento da operação dos ecossistemas e dos princípios de uma sociedade sustentável.

É interessante observar que, seja qual for o modelo adotado na tentativa de explicar o atual estado de agressão à natureza praticado pela nossa sociedade, e sejam quais forem as alternativas de ação propostas, o processo educativo é visto por todos como uma possibilidade de provocar mudanças e alterar esse quadro.

Não há quem negue a importância de um trabalho educativo que se preocupe em incorporar em suas propostas o conhecimento dos dinâmicos processos da natureza, as alterações que o homem vem provocando nos mesmos e as conseqüências dessas alterações para a vida na Terra. Muitas vezes, porém, a contribuição da educação para as mudanças tão desejadas chega a ser idealizada ou mistificada.

A possibilidade de que programas educativos possam contribuir, tanto do ponto de vista da aquisição de conhecimentos a respeito do meio, como também no tratamento de questões relacionadas com as alterações provocadas pela sociedade na natureza, tem sido desde há muito tempo considerada por diferentes grupos sociais.

No entanto, foi em torno de 1960, acompanhando o movimento mundial acerca da questão ambiental, que se começou a pensar na contribuição do processo educativo, não apenas como um processo de aquisição de conhecimentos, mas também como um instrumento de alerta para a preservação e conservação do planeta. Nesse momento, começam a ampliar-se os objetivos da educação em relação às questões ambientais.

Portanto, uma das metas mais ambiciosas dos programas mundiais que visam à questão ambiental é proporcionar educação primária para todas as crianças e reduzir o analfabetismo. Na questão relativa ao analfabetismo, em geral, a proposta é de reduzir pela metade a taxa de 1 990 de analfabetismo adulto e equiparar a alfabetização masculina e a feminina. Esta meta vem acompanhada de uma recomendação necessária: o ensino nas escolas deveria ser prático e teórico, e estar ligado a projetos de campo. A revisão das formas de uso de energia, papel e outros recursos na escola pode vir a indicar meios de se reduzir o consumo, sem prejudicar as atividades escolares (e com benefícios financeiros). A lição de que a sustentabilidade vale a pena será levada para casa.

A ONU, principalmente através da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura), muito contribuiu para a divulgação dessa nova tendência. Uma série de publicações da UNESCO trata dessa temática e procura explicitar as orientações e tendências mais gerais das propostas que buscam relacionar o processo educativo e a temática ambiental.

É nesse sentido que se coloca a necessidade de que a escola, como instituição, esteja preparada para incorporar a temática ambiental de forma coerente, sem cair nas armadilhas dos modismos, prática freqüente de alguns educadores, e, ao mesmo tempo, entendendo que o desenvolvimento de atividades dessa natureza é hoje uma exigência para que a escola cumpra sua função social.

É importante, por exemplo, que os professores, ao procurarem incorporar a temática ambiental nos seus trabalhos, não entendam que se trata apenas de trabalhar com seus alunos os diferentes aspectos físicos e biológicos da natureza. Ao contrário disso, é necessário que o professor trate adequadamente com seus alunos da questão da relação homem-natureza. Assim, o professor, ao tratar desse tema, deve ter em conta as possibilidades e os riscos de uma abordagem ingênua dessa questão.

O primeiro cuidado é o de evitar o reducionismo biológico, ou seja, considerar que a relação do homem com a natureza possa ser entendida simplesmente a partir da relação que outras espécies biológicas mantêm com o meio. A interação do homem com a natureza está mediada por uma série de fatores historicamente determinados e que dependem da forma como as sociedades se organizam, tendo em vista a produção.

Vale salientar que, na elaboração do referencial para análise dessa problemática, interesses ideológicos se contrapõem. Assim, as interpretações mais difundidas e incorporadas pelo senso comum, provavelmente, serão aquelas que mais contribuirão no sentido de desvelar as contradições presentes no sistema produtivo das sociedades modernas.

Os professores que tiverem interesse em assumir uma postura mais crítica perante o seu trabalho, no que diz respeito às formas como o homem, organizado em sociedade, interage com a natureza, devem ter a possibilidade de entrar em contato com os diferentes instrumentos de análise hoje disponíveis.

Um dos poderosos instrumentos de análises que o homem possui é, sem dúvida, a Matemática. Como reforço a esta afirmação vamos sugerir algumas questões, de cunho ambiental, que podem ser estudadas e debatidas na escola:

- \* **Como obter um aumento de 2% a 3% no rendimento médio per capita dos países de menor renda ?**
- \* **É possível a redução da mortalidade infantil pelo menos à metade da taxa de 1990, ou a 70 em cada 1000 bebês ?**
- \* **É possível obter a eliminação da desnutrição grave e uma redução de 50% na desnutrição moderada ?**
- \* **Como gerar o abastecimento para promover o acesso universal à água tratada e 80% de acesso a serviços de saneamento ?**
- \* **Formulação de um índice de Qualidade de Vida, que forneça uma eficiente medição do desenvolvimento de cada região ou país.**
- \* **É possível 50% das cidades com população superior a um milhão de habitantes, nos países de alta renda e 25% das cidades daquele tamanho nos países de baixa renda implementarem políticas que resultem em sistemas de transporte mais rápidos, seguros e eficientes e com 25% de redução na poluição do ar ?**

Questões como as mencionadas, quando trabalhadas sistematicamente na escola, fornecem aos alunos reflexões oriundas da questão ambiental que têm possibilidade de um tratamento matemático. As análises e interpretações efetuadas são de particular importância para que os alunos possam compreender que a representação de mundo que predomina em

nossa sociedade é um dado histórico. Implica, portanto, entender que em todo tipo de sociedade instituem-se determinadas representações de natureza, economia e qualidade de vida.

Entender essa questão sob essa perspectiva significa admitir que a representação hoje predominante não tenha sido, necessariamente, a mais aceita em outros momentos. Significa, também, admitir a possibilidade de transformação de determinados modelos de interpretação da natureza.

É fundamental que o professor tenha em conta as representações presentes em nosso meio e os matizes e particularidades que essas adquirem entre os alunos. É importante, também, que o professor possa compreender como essas representações foram sendo forjadas no meio social.

É preciso estar claro que a análise das diferentes modalidades de degradação ambiental não deve partir de uma perspectiva fatalista, a qual implica tratar a degradação ambiental como se ela fosse algo natural, que sempre acompanhou a espécie humana, como se ela fosse um mal necessário, ou o preço a pagar pelo progresso, ou o único caminho para o "desenvolvimento". Implica entender que essa situação atual faz parte do destino da humanidade, que é algo já dado, cujo caminho de retorno não existe mais. Essa abordagem em nada contribui para a transformação desse quadro.

Do ponto de vista metodológico fica bastante claro e tem estado presente no discurso ambientalista de forma contundente a impossibilidade de uma única área do conhecimento por si só dar um encaminhamento mais efetivo às questões de origem tão diversas que são colocadas pela mesma. Dessa forma, não haveria outro caminho a não ser o da interdisciplinaridade.

A proposta do desenvolvimento de atividades interdisciplinares, tanto no campo do conhecimento, como no do ensino, não é uma idéia que só aparece neste momento, originada no seio do movimento ambientalista: o tema da interdisciplinaridade tem uma longa tradição.

Consideramos que a questão ambiental deve ter uma abordagem interdisciplinar facilitando, por isso, a criação de modelos teóricos, a partir de procedimentos empíricos obtidos na prática social. Essa abordagem sugere a existência de algoritmos – no sentido lato do termo – que resolvem, em parte, problemas propostos pelo real.

## EDUCAÇÃO, ECOLOGIA e EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.

Um dos pressupostos, que podemos destacar como aglutinador neste ensaio, é a qualidade de vida. Segundo a ONU, para refletir corretamente este pressuposto é necessário avaliar dois índices simultaneamente: o HDI (Human Development Index) e o HFI (Human Freedom Index).

Os indicadores do HDI possuem três componentes: longevidade, conhecimento ou saber acadêmico e renda.

A longevidade, o primeiro componente, é entendida como a medida de expectativa de vida no nascimento. A vida longa é avaliada porque aumenta a oportunidade de uma pessoa atingir seus objetivos e está ligada à boa saúde e à nutrição adequada.

O Conhecimento ou Saber Acadêmico, outro componente interligado ao primeiro, é

medido pela alfabetização adulta e quantidade média de anos de escolaridade. O conhecimento ajuda as pessoas a realizar o seu potencial e aproveitar as oportunidades.

A Renda, o terceiro indicador, é medida pelo PIB per capita, sendo este ajustado para considerar as diferenças nacionais de poder de compra e o efeito de distorção das taxas de câmbio oficiais (PIB real). Este indicador deve, também, ser ajustado para refletir os rendimentos decrescentes de renda.

O HFI é uma modificação do Guia Mundial dos Direitos Humanos. A pontuação "1" é indicada para cada direito de liberdade que é protegido, e a pontuação "0" para cada direito de liberdade que é violado.

O HDI e HFI, conjugados, são os indicadores da ONU para analisar a qualidade de vida nos diferentes países do mundo a partir do século XXI. A ONU, porém, aponta para a necessidade de desenvolver indicadores mais precisos de qualidade de vida e monitorar os seus resultados. E, aqui, a Matemática tem uma contribuição fundamental para a Ecologia.

Indo um pouco mais à frente, percebemos a importância que esse fato tem para a Educação Matemática. Podemos, por exemplo, nas salas de aula, elaborar análises matemáticas de alguns indicadores, como: serviços de saúde pública, expectativa de vida, incidência de doenças, fornecimento de água potável, condições de povoamento, disponibilidade de alimentos, níveis de poluição e degradação ambiental, níveis de emprego e educação.

Estes estudos, nas aulas de Matemática, além de auxiliarem no aperfeiçoamento dos sistemas de estatísticas sociais, forneceriam aos alunos a possibilidade de discutir as questões ambientais utilizando-se de conhecimentos matemáticos.

Estudos deste tipo permitem analisar e discutir questões, como:

- \* **Acesso aos recursos necessários para um padrão de vida digno, em bases sustentáveis;**
- \* **Níveis de saúde e nutrição que possibilitem uma vida longa e saudável;**
- \* **Educação para que cada pessoa explore o seu potencial intelectual e se torne capaz de contribuir para a sociedade;**
- \* **Elementos para uma sociedade sustentável;**
- \* **Projetos para recuperação de terra degradada, criação de cinturões verdes e plantio de árvores.**

Aquilo que aqui propomos tem seu fundamento no compreender a realidade para poder pensar sobre ela, analisá-la. Tomar a realidade simbolicamente, através da Linguagem Matemática, é a possibilidade de atingir o real pelo imaginário.

A realidade constitui e é constituída pelo imaginário social, através dos jogos e da encenação de seus atores. Um roteiro de campo, por exemplo, desperta no aluno a vontade de compreender as relações existentes na natureza e a intervenção humana e, a partir desta compreensão, perceber a realidade como um todo.

## A QUESTÃO AMBIENTAL E OS PROGRAMAS DE MATEMÁTICA

Como proposta de conclusão, sugerimos aos educadores matemáticos que reflitam na importância, para a cidadania, da discussão e resolução nos programas de Matemática do 1º, 2º e 3º graus das seguintes questões:

### \* QUESTÕES DE 1º GRAU.

1. Na nossa civilização cada pessoa necessita de  $60\text{m}^2$  para residir,  $40\text{m}^2$  para o seu trabalho,  $50\text{m}^2$  para edifícios públicos e práticas desportivas,  $90\text{m}^2$  para o tráfego e  $4000\text{m}^2$  para a produção de seu alimento, em média. Algumas nações são superpovoadas. Levemos em consideração, por exemplo, a Suíça com 6,4 milhões de habitantes. A extensão de terra cultivável e habitável é de  $11000\text{ km}^2$ . Para quantas pessoas poderia a Suíça prover espaço adequado?

2. Cada  $\text{cm}^2$  da superfície da Terra está carregado com uma massa de 1,0 kg de ar. A superfície do planeta é de  $5,1 \times 10^8\text{ km}^2$ . Um  $\text{km}^2$  de uma floresta jovem produz cerca de  $2,5 \times 10^5\text{ kg}$  de oxigênio, anualmente. Que proporção isto significa em relação à massa total de oxigênio atmosférico sobre  $1\text{ km}^2$  da superfície da terra?

3. Proponha uma estratégia para o cálculo da área verde de uma árvore. Explique seus procedimentos de coleta de dados e metodologia de trabalho em sala de aula.

### \* QUESTÕES DE 2º GRAU.

1. As células do corpo humano são, na grande maioria, esféricas. Qual o volume médio das células do corpo humano?

2. A Terra é aproximadamente uma esfera de 40000 km de circunferência. Imaginemos que um arame fosse enrolado em torno do equador de tal esfera. Agora aumentamos de 10m o comprimento requerido de 40000 km e enrolamos o arame novamente de forma que um espaço de medida constante seja deixado entre a Terra e o arame. Um camundongo seria capaz de passar entre o arame e a Terra? Justifique sua resposta.

3. Nevada tem a população que mais rápido cresce entre as de todos os estados dos EUA. A população aumentou de 291000 em 1960 para 480000 em 1970. Admitindo-se um crescimento exponencial, qual é : a) a taxa anual do aumento; b) o tempo de duplicação da população?

4. Faça o estudo do impacto ambiental da construção de um conjunto habitacional para 15000 famílias em uma cidade de um milhão de habitantes. Explícite: fundamentação teórica – ambiental e Matemática – procedimentos de coleta de dados e metodologia de sala de aula.

### \* QUESTÕES DE 3º GRAU.

1. No Iraque, um envenenamento epidêmico por metilmercúrio matou 459 pessoas em 1972. Seres humanos ficaram expostos ao veneno quando ingeriram pão caseiro, acidentalmente preparado com trigo tratado com um fungicida de metilmercúrio. Os sintomas apareceram somente após semanas de exposição. Admitamos, só para simplificar, que uma pessoa ingira uma dose constante, diária, de veneno e que uma certa percentagem do veneno acumulado

seja excretada diariamente. Encontrar uma fórmula que relacione a quantidade de veneno estocado no corpo relativamente ao número de dias.

2. Crie um modelo matemático para uma sociedade de seres vivos. Tome como hipótese inicial que só existam nascimentos, sem mortes.

3. Retome o modelo criado na questão anterior e estenda o modelo matemático proposto permitindo morte.

## BIBLIOGRAFIA

- BASSANEZI, R. C., & BOLDRINI, J. L., & WILSON, C. F., MEYER, J. F. C. A., & PREGNOLATTO, S. A., & VENDITE, L. L., **Biomatemática**, São Carlos: IMECC-UNICAMP-XV CNMAC, 1992.
- BATSCHULET, E., **Introdução À Matemática Para Biocientistas**, Rio de Janeiro: Editora Interciência e São Paulo: EUSP, 1978.
- BROWN, L. R., (ORG), **Qualidade de Vida 1993**, [tradução: Newton Roberval Eichenberg e Maria de Lourdes Eichenberg], São Paulo: Globo. 1993.
- CARSON, S. McB., **Environmental Education. Principles and Practice**, London: Edward Arnold. 1978.
- CARVALHO, L. M., **A Temática Ambiental e a Escola de 1º Grau**, São Paulo: Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 1989.
- COUNCIL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION, **What is Environmental Education all about?**, London: Council for Environmental Education, s/d.
- D' AMBROSIO, U., Culture, Cognition and Science Learning. In: **Inter-American Seminar on Science Education**, Report, Panamá: 1984.
- ....., Developing Mathematics in Third World Countries. In: **International Conference Held in Khartoum**. Proceedings. March, 1978.
- KIDRON, M. e SEGAL, R., **The New State of The World**, New York: Touchstone Book. 1991.
- KRASILCHIK, M., **Educação ambiental na escola brasileira – passado, presente e futuro**, Ciência e Cultura, 38 (12): 1958-1961, 1986.
- SOUZA, A. C. C. de, **Sensos Matemáticos: Uma Abordagem Externalista da Matemática**, Campinas: FE/UNICAMP, Tese de Doutorado, 1992.
- UINCN, PNUMA e WWF, **Cuidando do Planeta Terra: Uma Estratégia para o Futuro da Vida**, [Tradução: Lenke Peres Alves Araújo e José Rubens Siqueira], São Paulo: Editora CL-A Cultural Ltda. 1992.

