



## Tema 1

# ÍNDICES, INDICADORES E TAXAS

## REFERÊNCIAS NO GUIA

Sumário, págs. 6-7; "Terra de Gigantes", págs. 90-95; "Riqueza e Tragédia", págs. 96-105; "O Brasil e o G-20", págs. 116-121; "Riqueza na mão de poucos", págs. 126-127

## COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

- ➔ Fazer uso das ferramentas estatísticas para descrever e analisar dados, realizar inferências e fazer previsões.
- ➔ Resolver problemas envolvendo informações apresentadas em tabelas ou gráficos.
- ➔ Analisar e interpretar índices estatísticos de diferentes tipos.

NÚMERO DE AULAS PREVISTAS: 5

## SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM

Um dos objetivos fundamentais da educação em uma sociedade democrática é capacitar crianças e jovens para a construção de uma cidadania independente e crítica.

A sociedade vive atualmente inúmeros problemas com os quais é necessário aprender a lidar e sobre os quais é preciso atuar. Uma de suas principais necessidades é contar com cidadãos capazes de posicionar-se diante de um número cada vez maior de dados e informações presentes na mídia cotidiana.

Não por outra razão, a reforma da educação dos anos 1990 registra em seus documentos, com destaque para os Parâmetros Curriculares Nacionais, que a base da escola se assenta na formação de alunos que dominem as diversas linguagens e conceitos, resolvam problemas, sejam capazes de argumentar e de propor soluções.

Nos documentos sobre o ensino e a aprendizagem da área de Matemática aparece o tema curricular "Tratamento da Informação", desenvolvido a partir de Estatística e Probabilidade, como uma das contribuições da Matemática na formação do pretendido cidadão, independente e crítico.

Provavelmente, em nenhuma outra época foram divulgadas, no Brasil e no mundo, tantas informações que afetam a vida de todos, sobre os problemas sociais e econômicos, as pesquisas de opinião, as propagandas, as propostas governamentais etc.

Os dados e as informações desse tipo são, em geral, apresentados na linguagem de tabelas e gráficos, em que são usados números expressos em forma percentual, como taxas, índices e indicadores.

Tão importante quanto a escola proporcionar o desenvolvimento das competências que envolvam raciocínios numérico

e algébrico é garantir o domínio dos conhecimentos básicos de Estatística e Probabilidade necessários para a compreensão, interpretação e crítica dessas informações.

Os textos do *Guia* estão repletos de dados e informações sobre problemas de natureza científica e tecnológica, mas, principalmente, daqueles que se referem a problemas de caráter socioeconômico.

### Retomada de alguns conceitos básicos

Em edição anterior da *Revista do Professor* já trabalhamos com gráficos e tabelas. Nada mais oportuno do que retomar em sala de aula alguns conceitos e algoritmos envolvendo taxas, índices e indicadores.

Um **indicador (taxa, índice)** é uma medida em geral **quantitativa** dotada de **significado substantivo** e usado para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito.

Os indicadores sociais são de interesse teórico ou programático para, respectivamente, a pesquisa acadêmica e a formulação de propostas e políticas públicas. Eles informam sobre algum aspecto da realidade social de interesse.

Os indicadores, taxas e índices são, portanto, uma forma de medir e avaliar determinadas tendências, contextos e realidade. Sua utilização generalizou-se principalmente a partir da década de 1960, como suportes à formulação e implementação de políticas públicas. Cresce então a necessidade de avaliar as desigualdades sociais e os níveis de pobreza de muitos países, uma vez que os indicadores de natureza econômica, como o Produto Interno Bruto (PIB), por exemplo, não conseguiam mensurar as condições de bem-estar social.

É nesse período que começam a ser formulados e construídos sistemas de indicadores mais consistentes para que possam ser avaliadas as condições sociais dos diversos países, por entidades e organizações internacionais como a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), a Organização das Nações Unidas (ONU), a Organização Mundial de Saúde (OMS), a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) ou o Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef).

### O QUE É "UM BOM INDICADOR"?

Para responder a esta pergunta precisamos saber se o indicador (taxa, índice)

- ➔ Ele tem valor próprio
- ➔ É capaz de mostrar resultados
- ➔ O que ele mede é importante
- ➔ Ele é estatisticamente significativo

Construir bons indicadores, taxas e índices é tarefa da Estatística associada às áreas de interesse nos indicadores: Sociologia, Economia, Demografia, Geografia etc.

O caminho para a construção de indicadores começa em um fato ou evento da realidade. Sobre esse fato são levantados dados brutos (estatísticas) que permitem definir o indicador e gerar análises, conclusões e decisões.

Exemplos de indicadores na área de saúde de uma população:

De **quantidades**, em recursos humanos:

Número de médicos por mil habitantes

Gasto (em reais) per capita em saúde

De **uso de recursos**:

Número de consultas médicas para crianças de até 1 ano de idade

Para medir **resultados**:

Taxa de mortalidade infantil por causa específica

## ETAPA 1 | Trabalho em grupo

### QUESTÃO 1

Peça aos alunos outros exemplos de problemas socioeconômicos e de algum indicador, taxa ou índice para medi-los. Para isso, sugerimos dividir a classe em seis grupos. Cada grupo deve ler e analisar as chamadas de temas de cada seção no Sumário do *Guia do Estudante Atualidades Vestibular*:

GRUPO	TEMA
I	Dossiê Urbanização
II	Internacional
III	Descubra
IV	Brasil
V	Economia
VI	Questões Sociais

Os alunos devem, a partir da descrição feita no Sumário, "suspeitar" se o texto correspondente traz algum indicador, ou taxa ou índice. Devem, então, ler os respectivos textos e identificar seus "achados", definindo em cada caso o problema abordado e o(s) indicador(es) citado(s).

Cite aos alunos algumas fontes e suas características, das que aparecem na tabela a seguir. É importante que os estudantes conheçam as **principais fontes** e responsáveis de **indicadores sociais**:

FONTE	TEMAS INVESTIGADOS	PERIODICIDADE	DESAGREGAÇÃO
Censo demográfico	Características demográficas, habitação, escolaridade, mão de obra, rendimentos	Decenal	Município
Censo populacional	População, migração, escolaridade	Entre censos demográficos	Município
Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios	Características demográficas, habitação, escolaridade, obra, rendimentos, temas especiais	Anual	Unidades da federação e regiões metropolitanas

Da mesma forma os registros:

PRINCIPAIS REGISTROS NA ÁREA SOCIAL		
INSTITUIÇÃO	REGISTRO	PERIODICIDADE
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	Estatísticas do Registro Civil	Anual
	Pesquisa de Informações Básicas Municipais	Irregular
Seade – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados	Estatísticas Vitais	Anual
	Pesquisa Municipal Unificada	Bianual
MTE – Ministério do Trabalho e Emprego	Rais – Relação Anual de Informações Sociais	Anual
	Caged – Cadastro Geral de Empregados e Desempregados	Mensal
MEC – Ministério da Educação	Censo Escolar	Anual
	Censo do Ensino Superior	Anual
MS – Ministério da Saúde	Estatísticas de Mortalidade	Anual
	Registro de Vacinações	Anual
	Assistência Médico-Sanitária	Irregular
	Notificação de Nascidos Vivos	Anual
	Estatísticas de Produção do Sistema Único de Saúde (SUS)	Mensal
Outras	Anuário da Previdência Social	Anual
	Estatísticas de Arrecadação Federal	Anual

Mostre aos alunos como indicadores, taxas e índices podem avaliar e descrever o andamento de ações em políticas públicas:

Exemplo de indicadores utilizados em um programa de

governo: Na área de **Educação Básica**, o programa “Brasil Escolarizado” tem os seguintes indicadores:

- Percentual da população com 15 anos ou mais de idade com escolarização inferior à 4ª série do Ensino Fundamental.
- Taxa de analfabetismo da população na faixa etária de 15 a 29 anos.
- Taxa de analfabetismo da população na faixa etária de 15 anos ou mais.
- Taxa de analfabetismo da população na faixa etária de 15 anos ou mais na área rural.
- Taxa de analfabetismo da população na faixa etária de 15 anos ou mais na Região Nordeste.

## ETAPA 2 | Resolução de problemas

Para resolver o problema a seguir, os alunos precisam de dois novos conceitos:

Define-se **População Economicamente Ativa (PEA)** de uma região como o número de indivíduos com idade igual ou superior a 10 anos, enquadrados na situação de ocupado ou desempregado.

A **Taxa de Desemprego Total (ou taxa de desocupação)** é definida como a razão (expressa em termos percentuais) entre o número de desempregados e a PEA.

### QUESTÃO 2

Suponha que a taxa de desemprego total em uma região metropolitana de um estado brasileiro, no mês de maio de 2009, foi de, aproximadamente, 30% e a PEA foi estimada em 1.662.000 pessoas.

1. Determine o número estimativo de desempregados nessa região, no período referido.
2. Se a PEA representa y% da população dessa região metropolitana, o contingente de desempregados, no mês de maio de 2009, corresponde a 0,3y% da população da região? Justifique.
3. No mês de junho de 2009, não houve variação na PEA dessa mesma região metropolitana e a taxa de desemprego total diminuiu meio ponto percentual, passando para 29,5%, aproximadamente. De quanto foi o acréscimo aproximado de pessoas ocupadas com mais de 10 anos de idade?
4. A taxa de desemprego total e a PEA (aproximados), referentes ao mês de abril, foram 29% e 1.645.000 pessoas, respectivamente. De quanto foi o aumento aproximado do número de desempregados em maio, comparado a abril?

## ETAPA 3 | Conhecendo o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Apresente aos alunos como é construído o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

O indicador de desenvolvimento humano, calculado e publicado anualmente desde 1990 pelas Nações Unidas, foi criado por Mahbub ul Haq com a colaboração do economista indiano Amartya Sen, Prêmio Nobel de Economia de 1998. Na sua concepção de desenvolvimento, Sen enriquece a abordagem meramente econômica de desenvolvimento (calculada em consumo), acrescentando na escala de medidas três capacidades essenciais dos países: a oferta de condições **de saúde, de conhecimento e de renda**.

Cada uma dessas dimensões do IDH é medida e avaliada por indicadores elementares:

- Esperança de vida ao nascer (saúde)
- Taxa de escolarização e de analfabetismo (conhecimento)
- Renda per capita (medida em paridade com o poder de compra)

Combinados, esses três indicadores formam o IDH.

Em geral, quando os indicadores de desenvolvimento são construídos são feitas transformações adequadas nos valores para obter um resultado entre 0 (zero) e 1 (um) de modo que valores mais próximos de 1 indiquem melhores condições de vida e desenvolvimento e piores situações estão indicadas por valores próximos de 0.

Para tanto escolhe-se o pior e o melhor valores (teóricos) possíveis e obtém o índice aplicando a fórmula:

$$\text{Índice} = \frac{\text{valor observado para o indicador} - \text{pior valor}}{\text{melhor valor} - \text{pior valor}}$$

Assim, o IDH varia de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total) e:

- Países com IDH até 0,499 têm desenvolvimento humano considerado **baixo**.
- Países com índices entre 0,500 e 0,799 são considerados de **médio** desenvolvimento humano.
- Países com IDH maior que 0,800 têm desenvolvimento humano considerado **alto**.

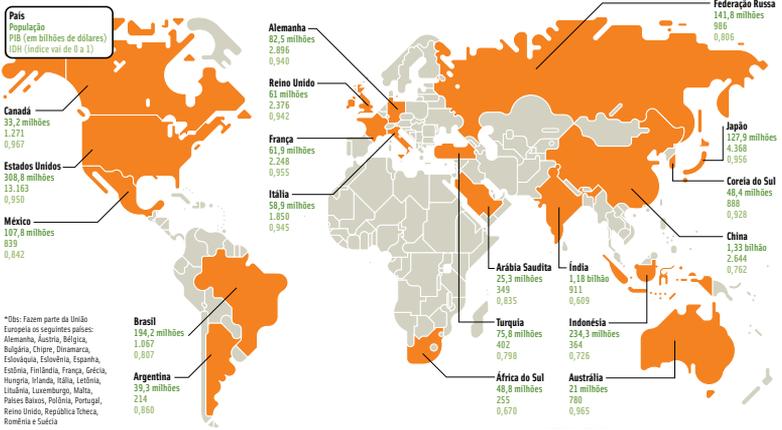
O cálculo do IDH está definido na tabela a seguir:

CÁLCULO DO IDH				
	Uma vida longa e sadia	Conhecimento		Nível decente de vida
Indicadores elementares	Esperança de vida ao nascer $I_{\text{esp}} = \frac{x-25}{60}$	Taxa de alfabetização de adultos (pessoas de 15 anos ou mais) $I_{\text{alf}} = \frac{x}{100}$	Taxa bruta de escolarização (taxa bruta de matrículas nos três níveis de ensino: Fundamental, Médio e Superior em relação à população de 7 a 22 anos) $I_{\text{esc}} = \frac{x}{100}$	PIB per capita em paridade com o poder de compra
Índice	$I_{\text{esp}} = \frac{x-25}{60}$	$I_{\text{co}} = \frac{2}{3} I_{\text{alf}} + \frac{1}{3} I_{\text{esc}}$		$I_{\text{pib}} = \frac{\log x - \log 100}{\log 40 - \log 100}$
IDH	$\text{IDH} = \frac{1}{3} I_{\text{esp}} + \frac{1}{3} I_{\text{co}} + \frac{1}{3} I_{\text{pib}}$			

Observemos que as três dimensões consideradas têm o mesmo peso e valor no cálculo do IDH.

**O TAMANHO DO G-20**

Bloco reúne 19 nações e a União Europeia (formada por 27 países)\*

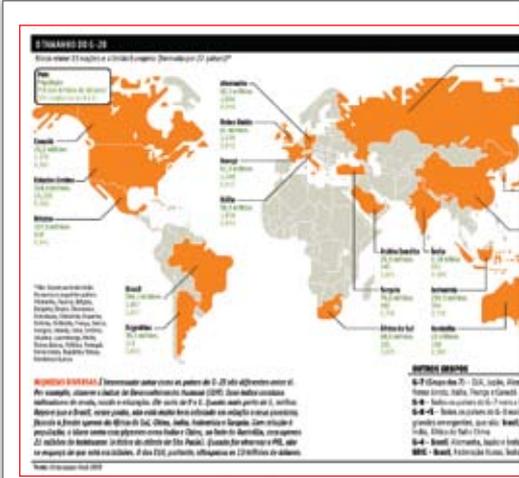


**RIQUEZAS DIVERSAS** É interessante notar como os países do G-20 são diferentes entre si. Por exemplo, observe o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Esse índice combina indicadores de renda, saúde e educação. Ele varia de 0 a 1. Quanto mais perto de 1, melhor. Repare que o Brasil, nesse ponto, não está muito bem colocado em relação a seus parceiros, ficando à frente apenas da África do Sul, China, Índia, Indonésia e Turquia. Com relação à população, o bloco conta com gigantes como Índia e China, ao lado de Austrália, com apenas 21 milhões de habitantes (o dobro da cidade de São Paulo). Quando for observar o PIB, não se esqueça de que está em bilhões. O dos EUA, portanto, ultrapassa os 13 trilhões de dólares.

Fonte: Almanaque Abril 2009

**OUTROS GRUPOS**

- G-7** (Grupo dos 7) - EUA, Japão, Alemanha, Reino Unido, Itália, França e Canadá
- G-8** - Todos os países do G-7 mais a Federação Russa
- G-8 + 5** - Todos os países do G-8 mais cinco grandes emergentes, que são: Brasil, México, Índia, África do Sul e China
- G-4** - Brasil, Alemanha, Japão e Índia
- BRIC** - Brasil, Federação Russa, Índia e China



para dividir as altas taxas financeiras e humanas das intervenções militares no subséculo global. Para as negociações econômicas globais, por vezes, também adota posições próximas das dos países desenvolvidos (veja adiante).

O papel-chave do Brasil, no seu contexto, relaciona-se ao fato de que o governo de Lula dialoga diretamente tanto com os governos de esquerda e ainda dos países pobres da América e da África quanto com os mais conservadores dos países ricos, que prezam a moderação do mandato do líder petista.

O peso do país também é grande (ou deveria ser) quando se discutem questões ambientais, a dimensão continental do Brasil, que abriga a maior floresta tropical do mundo - o Bioma Amazônia -, faz com que o país seja fundamental nas negociações sobre as medidas para combater as mudanças climáticas.

**Resposta:** IDH = 0,777  
 Índice esperança de vida = 0,713  
 $(67,8 - 25) / 60$   
 Índice de renda = 0,717  
 $(\log 7360 - \log 100) / (\log 40000 - \log 100)$   
 Índice educação = 0,899  
 $(0,873 \times 0,666) + (0,95 \times 0,333)$

**ETAPA 4 | Resolução de problemas**

**QUESTÃO 3**

- Construa uma tabela com os valores do PIB dos países do Bric. Apresente um gráfico desses dados.
- Construa uma tabela com os valores do IDH dos países do G-20. Apresente um gráfico desses dados.

**QUESTÃO 4**

Em 2001, o Brasil apresentou os seguintes indicadores, que foram utilizados para o cálculo do IDH de 2003. A partir deles, determine qual foi o IDH Brasil 2003:

- Esperança de vida ao nascer 67,8 anos
- Taxa de alfabetização 87,3%
- Taxa de matrícula 95,0%
- PIB per capita US\$ 7.360

**Resposta:** IDH = 0,777  
 Índice esperança de vida = 0,713  
 $(67,8 - 25) / 60$   
 Índice de renda = 0,717  
 $(\log 7360 - \log 100) / (\log 40000 - \log 100)$   
 Índice educação = 0,899  
 $(0,873 \times 0,666) + (0,95 \times 0,333)$

**QUESTÃO 5**

O Pnud afirma em seus relatórios que a riqueza não gera, necessariamente, maior desenvolvimento humano. Por exemplo, os Estados Unidos são o segundo país mais rico do mundo. No entanto, ocupam o oitavo lugar no ranking do IDH. O documento mostra que a causa está na longevidade norte-americana: a esperança de vida nos EUA é de três anos a menos que

na Suécia, cuja renda média é um quarto mais baixa que a deste último. Utilize a fórmula do cálculo do IDH para discutir a veracidade da afirmação destacada.

**QUESTÃO 6**

A tabela a seguir apresenta os dados que compõem o IDH brasileiro de 2005, de acordo com estudo feito pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud).

COMPOSIÇÃO DO IDH BRASIL 2005			
PIB	I <sub>esp</sub>	Taxa de alfabetização	Taxa de atendimento escolar
0,74	0,71	0,88	0,87

Fonte: adaptado de Pnud Brasil

Calcule o I<sub>esc</sub> e o IDH brasileiros. Resposta: 0,883 e 0,800, respectivamente

**QUESTÃO 7**

Compare o resultado dos cálculos do IDH Brasil 2003 e IDH Brasil 2005 e analise o comportamento das dimensões do desenvolvimento humano, medidas nesses anos.

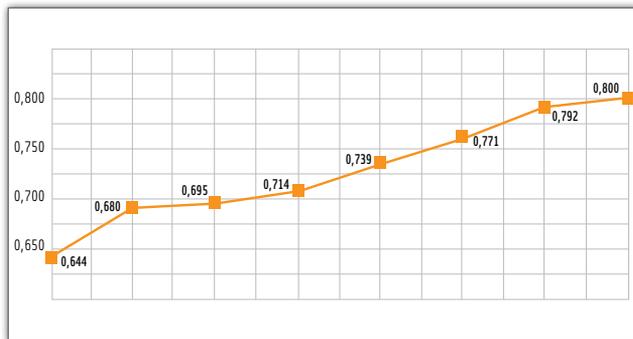
**QUESTÃO 8**

Observe a tabela a seguir, que mostra os valores do IDH Brasil no período de 1975 a 2005. A partir dela, trace o gráfico da evolução do IDH Brasil no período considerado.

ANO	IDH
1975	0,644
1980	0,680
1985	0,695
1990	0,714
1995	0,739
2000	0,771
2002	0,775
2004	0,792
2005	0,800
2007	0,802
2008	0,807

Fonte: Pnud Brasil

Resposta:



**ETAPA 5 | Resolução de problemas**

**QUESTÃO 9**

Considere que o IDH da China em 2008 foi de 0,755 e que os países almejam alcançar o índice considerado alto, que é de 0,800. Agora, a partir da leitura do texto "Desafios", da página 94 do Guia, inclusive dos indicadores citados no interior de toda a ilustração do dragão, analise e comente quais as dificuldades que a China enfrenta para melhorar seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)?

Os alunos deverão considerar que o indicador chinês já é bastante elevado dentro da faixa média, que é de IDH entre 0,500 e 0,799, para uma população desafiadora de 1,3 bilhão de pessoas. Uma vez que o indicador IDH é resultado de uma média aritmética dos três subíndices, é evidente que os pontos a serem ganhos poderiam referir-se aos subíndices relativos à educação e à saúde, mas eles deverão concluir,

a partir da leitura desse texto, que o desafio mais provável da China está em diminuir a pobreza por meio de melhor distribuição de renda. É o que poderão deduzir da informação de que ainda existem na China 135 milhões de pessoas que vivem abaixo da linha de pobreza, com menos de 1 dólar por dia, o que põe esse país no segundo lugar entre os mais pobres. Esta informação se completa com o dado da distribuição da renda, de que a renda média dos 10% mais ricos da China é 12 vezes maior do que a dos 10% mais pobres. Ou seja, o alto valor do IDH chinês não mostra sua distribuição de renda ruim.

**QUESTÃO 10**

Observe o mapa com os valores do IDH dos estados brasileiros em 2008 e construa uma tabela com os nomes dos estados colocados em ordem decrescente dos valores do IDH.

**QUESTÃO 11**

No Brasil, tem sido utilizado também o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), que pode ser consultado no Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, um banco de dados eletrônico com informações socioeconômicas sobre os 5.507 municípios do país, os 26 estados e o Distrito Federal.

A base de dados para o IDH-M é o Censo de 2000 (último).

Algumas adaptações devem ser feitas para o cálculo do IDH-M:

- ➔ Para avaliar o desenvolvimento humano no que diz respeito à saúde, estudamos a longevidade, e o IDH nacional e o IDH-M usam a esperança de vida ao nascer. Esse indicador mostra qual a média de anos que deve viver a população nascida naquela localidade no ano de referência, desde que as condições de mortalidade existentes se mantenham constantes. Quanto menor for a mortalidade

**INTERNACIONAL China**

Nas últimas três décadas, a economia da China sustentou um notável crescimento de 9% ao ano.

**Terremoto mata quase 70 mil**

Em maio de 2008, a província de Sichuan, no sudoeste da China, foi atingida por um terremoto de grande intensidade. Quase 70 mil pessoas morreram, 17 milhões ficaram sem teto e 4,8 milhões ficaram desalojados. Cidades inteiras foram destruídas. A tragédia foi ainda maior porque grande parte dos mortos, 5,8 mil, era composta de crianças e adolescentes, que estavam nas escolas que desabaram no momento do abalo. A destruição pôs em evidência a má qualidade dos materiais utilizados na construção dos edifícios da região. Pelo choque e ao ouvir as autoridades locais de elevar o nível de alerta para fazer grandes mais residências. A política foi com o governo chinês aumentou o controle da cobertura da imprensa de caso.

No fim de 2008, o governo anunciou investimentos de 400 bilhões de dólares para a reconstrução de áreas afetadas, até o ano que vem.

**Potência demográfica**

Os maiores países do mundo (em milhões de habitantes)

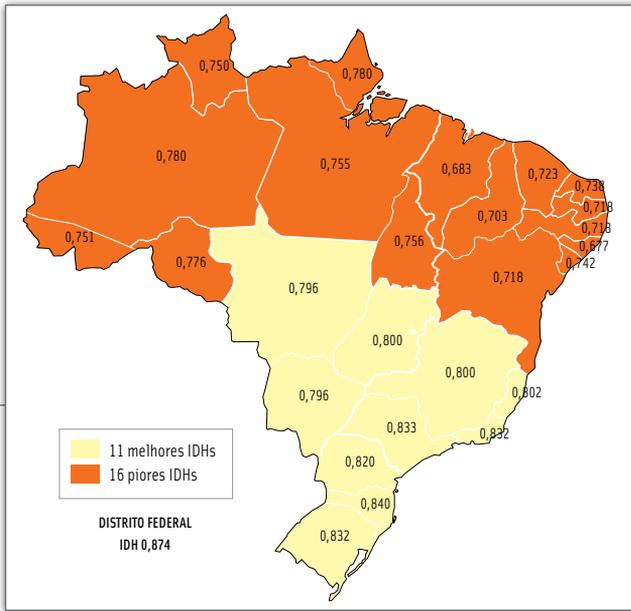
China	1.318,3
Índia	1.181,2
USA	306,9
Rússia	141,3
Brasil	174,2

**Negócio da China**

O crescimento do PIB (em %)

2007	14,8
2008	7,8
2009	9,1
2010	11,3

**NO MEIO DO COMÉRCIO** - China busca a criação de laços comerciais com grandes, em junho de 2008



registrada em um município, maior será a esperança de vida ao nascer. O indicador é uma boa forma de avaliar as condições sociais, de saúde e de salubridade por considerar as taxas de mortalidade das diferentes faixas etárias daquela localidade. Todas as causas de morte são contempladas para chegar ao indicador, tanto as ocorridas em razão de doenças quanto as provocadas por causas externas (violências e acidentes).

➔ Quando trabalhamos com grandes populações, um bom indicador

para a dimensão educação/conhecimento é a taxa de matrícula nos três níveis de ensino. Para populações menores, como é o caso dos municípios, esse indicador é menos eficaz, pois pode ocorrer de um aluno morar em uma cidade e estudar em outra, distorcendo as taxas de matrícula municipais. Assim, no lugar destas, adota-se um dado do censo que é a frequência às aulas (parcela da população da cidade que frequenta a escola em comparação à população municipal em idade escolar). A taxa de alfabetização é obtida pela divisão do total de alfabetizados maiores de 15 anos pela população total de mais de 15 anos de idade do município.

➔ Finalmente, considerando que nem toda a renda produzida dentro da área do município é apropriada pela população desse município, o uso do PIB per capita torna-se inadequado: em seu lugar, adota-se o cálculo da renda municipal per capita.

Discuta a validade das afirmações que se seguem:

- Considere que, para determinado município, 85% das pessoas adultas são alfabetizadas e que a quantidade de indivíduos do município que estão frequentando a escola corresponde a 60% da população na faixa etária de 7 a 22 anos de idade. Nessas condições, o índice referente à educação desse município é inferior a 0,8.
- De acordo com as informações do texto, é correto afirmar que um município com IDH-M = 0,7 possui, necessariamente, pelo menos dois dos três subíndices maiores que 0,5.
- Para determinado município em que a taxa de alfabetização e a taxa bruta de frequência à escola são maiores que zero, se, de 2008 para 2009, ocorrer uma melhora de 20% na taxa de alfabetização e permanecer inalterada a taxa bruta de fre-

**Desafios**  
Através de rios, portos, aeroportos, rodovias e ferrovias são enviados a produção da China. As condições de vida da população, porém, não progrediram na mesma medida. Desde o início dos reformas econômicas, em 1978, a China realizou 300 milhões de pessoas da pobreza absoluta, segundo o Banco Mundial. Mesmo assim, a realidade afirma que ainda há 120 milhões que vivem com menos de 1 dólar por dia, o que coloca o país em segundo lugar no ranking absoluto de pobreza, atrás apenas da Índia. A renda média dos 10% mais ricos do país é 12 vezes maior que a dos 10% mais pobres. Na década passada, a população era de apenas quatro vezes.

Outra preocupação de Pequim é o meio ambiente. A vigorosa expansão econômica chinesa provocou graves danos à natureza. Hoje o país é responsável por 20,2% do total das emissões mundiais de gás carbônico, considerável déficit ambiental. A maior parte da energia consumida na China vem do carvão e do petróleo, fontes altamente poluidoras. Para amenizar a situação, o governo tem investido na construção de usinas de carvão mais eficientes, que consomem o mineral em 50 vezes de quantidade. As usinas, a medida surge efetiva. O último relatório da Agência Internacional de Energia (AIEE) indicou de 1,2% para 8% nas perdas de consumo anual das usinas chinesas de gases de aquecimento global.

➔ A necessidade de petróleo - a China

**O que move a dragão**  
A China tem pouco gás e petróleo, mas é dona de 15% das reservas mundiais de carvão e de metade da reserva global de ferro. O país costuma ser territorialista a respeito de recursos.

**Fome de energia**  
Os Estados Unidos ainda consomem mais energia, mas não estão mais produzindo por muito tempo.

**Consumo de energia (em milhões de toneladas equivalentes de petróleo)**

País	Consumo
Estados Unidos	100
China	20
Países em desenvolvimento	10
Países desenvolvidos	5

**Consumo energético chinês (por consumo - 2008)**

Fonte	Porcentagem
Carvão	70,2%
Petróleo	28,9%
Energia nuclear	0,7%
Hidroeletricidade	3,8%
Sol natural	2,8%

**O custo ambiental**  
Emissões de CO<sub>2</sub>, por unidade de rendimento bruto (em milhões de toneladas)

País	Emissões
China	7,55
Estados Unidos	5,89
Brasil	3,28
Países em desenvolvimento	3,02
Países desenvolvidos	2,25

**Terceira maior economia (2008)**  
PIB per capita

País	PIB per capita
Estados Unidos	41,88
China	3,82
Países em desenvolvimento	1,8
Países desenvolvidos	0,87

**Resumo**  
China

**CRISE INTERNACIONAL** Após sofrer de deflação econômica, a China começou a se recuperar. Um garante de ajuda federal fez a produção industrial voltar a crescer, apesar de aumentos a curto prazo de matérias-primas. Com isso, a China se tornou o principal país em produção de aço, alumínio, cimento, vidro, produtos químicos, produtos têxteis, produtos de plástico, produtos de ferro, petróleo e soja.

**TERCEIRA ECONOMIA** A China virou a terceira maior economia mundial após registrar crescimento de 13% no PIB em 2007. O boom trouxe porém o agravante qualidade de vida. Milhões de pessoas estão sendo deslocadas, e há 150 milhões de pessoas na pobreza absoluta.

**HISTÓRIA MUNDIAL** A civilização chinesa tem mais de 4 mil anos. No início do século XX, o líder comunista Mao Tsé Tung liderou a revolução e criou a República Popular da China. Os nacionalistas fugiram para Taiwan e fundaram um Estado à parte, tratado como província rebelde pelo governo chinês.

**ABERTURA ECONÔMICA** Com a morte de Mao, Deng Xiaoping iniciou um período de abertura econômica, com investimentos estrangeiros e modernização de setores importantes. O modelo econômico chinês é baseado em dois eixos: mercado livre e planejamento estatal.

**MEIO AMBIENTE** Com o rápido desenvolvimento econômico, a China se tornou o maior emissor mundial de gás carbônico, porque a sua energia vem do petróleo e do carvão, altamente poluentes. O país já enfrentou a escassez de recursos naturais, como a água.

**AUTOITARISMO** A China é um dos países com mais dissidentes e jornalistas presos, além de ser o país com mais execuções prisionais. O maior símbolo da oposição política é a Praça da Paz Celestial, oculto há 20 anos, uma onda de protestos estudantis por democracia e melhores condições de vida que terminou com milhares de mortes.

**Sala de imprensa**  
CHINA QUER EVITAR NOVA "PRAÇA DA PAZ CELESTIAL" CRANDO PROSPERIDADE  
Marta Wenzel

Em meio à crise econômica mundial, a China tenta garantir crescimento de pelo menos 8% da economia para evitar que uma recessão social se concretize como no da Praça da Paz Celestial em 1989.

O movimento de 20 anos atrás e o colapso da República Popular da China, mas os protestos se fortaleceram porque continuam com a participação de trabalhadores e desempregados. (...) Alguns dissidentes afirmaram que a mobilização pró-democrática de hoje se fundamenta justamente nesse grupo de chineses, que exigiu do interior para a saída em busca de trabalho nas indústrias manufatureiras exportadoras. Esses trabalhadores não recebem apoio do resto social nos salários, pois são tão divididos e insubmissíveis quanto os, em meados tempo, que sofriam abusos de trabalho, que se organizavam ou não pagam os salários.

**Autoritário**  
Ao mesmo tempo em que ganhou destaque global graças ao crescimento econômico, a China anunciou a resposta política interna. Não há liberdade política, sindical, nem de imprensa. As medidas de controle político foram reforçadas para evitar manifestações no aniversário dos 20 anos da Massacre da Praça da Paz Celestial. O episódio marcou a história chinesa. Nos 1989, estudantes iniciaram uma onda de protestos exigindo democracia e melhores condições de vida. Engrossada por setores da população, as manifestações se tornaram o maior símbolo de pessoas ao mundo.

Hoje, sob comando do presidente Hu Jintao, os dissidentes mantêm na China. Há milhões de prisões políticas e ainda se pratica o crime de torturas. O regime também é duro contra os cristãos e outros grupos religiosos. No entanto, a China é o país que enceta o maior número de pessoas no mundo, segundo a Anistia Internacional.

Em abril deste ano, o governo chinês anunciou sua primeira visita sobre direitos humanos, que pode ser apenas um ato de cortesia para as organizações ocidentais que pressionam o país. No documento, o governo promete consultar o uso da pena de morte, garantir julgamentos justos, proteger minorias e ampliar o direito da população de ser informada. No entanto, a liberdade democrática de organização política ainda longe dos padrões exigidos pela própria China.

quência à escola, então o índice que mede a educação desse município em 2009 será 40% maior que o de 2008.

- d) Em determinado ano, para que o índice  $I_{exp}$  de certo município seja um número entre 0 e 1 é necessário que a expectativa de vida ao nascer no município esteja compreendida entre 25 e 85 anos de idade.
- e) Se o índice e a renda de certo município são iguais a 0,85, sua renda média per capita é inferior a  $4,0 \times 102,21$ .
- f) Considere a seguinte situação hipotética: no município Alfa, em 2008 e com relação a 2007, os índices de educação e de renda mantiveram-se constantes, mas a expectativa de vida aumentou em cinco anos. Em consequência, o IDH-M do município em 2008 foi 10% maior que o registrado em 2007. Nessa situação, não é possível que, em 2001, os índices que medem as três dimensões do IDH-M do município Alfa tenham sido todos superiores a 0,30.

**QUESTÃO 12**

Em um filme publicitário da ONG francesa TBWA, sediada em Paris, com o slogan "Não abandone a África à aids", veem-se várias crianças brincando na savana, até que uma avista algo e sai correndo para avisar a todos o que se aproxima. As crianças vão até a aldeia e advertem todo mundo. Todos na aldeia ficam assustados e resolvem se esconder da maneira que podem. Mas é então que descobrimos o que está acabando com a paz dos habitantes da aldeia: um velho homem africano, enrugado, com cabelos brancos e que se apoia em uma bengala. Aparece então a seguinte mensagem em texto: "A expectativa de vida na África é de 47 anos. Logo, ninguém sabe como uma pessoa velha se parece". Discuta a possível evolução do índice de longevidade da África e seu IDH com

base nos gráficos da página 100 do Guia "A evolução da tragédia da aids". Discuta com a classe o tema da concentração de renda ("Riqueza na mão de poucos", página 126 do Guia) em face dos dados da evolução do IDH Brasil.

Referência para a metodologia de cálculo do IDH: Atlas de Desenvolvimento Humano, 1998. (Fundação João Pinheiro-FJP e Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas-Ipea)

### BRASIL Concentração de renda

## RIQUEZA NA MÃO DE POUCOS

Apesar dos avanços no combate à concentração de renda, o Brasil ainda é conhecido internacionalmente como uma das sociedades mais desiguais do planeta

**O** Brasil tem avançado em sua Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), medida comparativa a entre países que avalia riqueza, educação e expectativa de vida. O Brasil desenvolveu desde 1990 pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud), em 2006 (último ano publicado em 2006), a taxa de alfabetização de 80,07, superior ao de sua maioria, que foi de 60,000 quando os indicadores de 1990 de desenvolvimento humano de sua país.

Em 2008, o Brasil entrou, pela primeira vez para o grupo de nações com o Índice de Desenvolvimento Humano, ao atingir o índice de 0,680. Isso em segundo e ocupa o sétimo lugar. Os responsáveis pelo crescimento do IDH brasileiro foram a educação e a expectativa de vida.

Opaís reconhecido internacionalmente como uma sociedade mais desigual da planta, e este fato tem impulsionado a performance no ranking do IDH, já que a renda nacional é um desenvolvimento e crescimento. O PIB per capita do Brasil cresceu de R\$ 602 dólares para R\$ 944 dólares entre 2005 e 2006 (ano de pesquisa para o IDH 2006). Mas os dados mostram longe de diminuir a desigualdade de renda nacional.

**Pobres demais**

As estatísticas referentes à concentração de renda demonstram que os ricos continuam a ganhar mais, enquanto os pobres continuam a ganhar menos. O PIB per capita do Brasil cresceu de R\$ 602 dólares para R\$ 944 dólares entre 2005 e 2006 (ano de pesquisa para o IDH 2006). Mas os dados mostram longe de diminuir a desigualdade de renda nacional.

**Reizes da pobreza**

Muitos estudos vêm apontando para a grande concentração de renda do Brasil, entre eles a metodologia de distribuição de renda - oficial, que mostra que

deveria pagar mais, e o Estado teria de, por meio de serviços públicos como educação e saúde, garantir a vida dos mais pobres - acaba sendo um peso na balança da população de baixa renda.

O relatório do Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social (CDES), publicação de 2009 sobre a tributação nacional, mostrou como é injusto esse sistema. Segundo o relatório, pessoas que ganham até dois salários mínimos em 2004 pagavam 68,8% da renda em pagamentos de impostos de produtos e serviços. Já o peso da carga tributária para as famílias com renda superior a 10 salários mínimos correspondia a 26,2%.

A estrutura de impostos no Brasil é o ponto fraco da política assistencial, usada para melhorar, em curto prazo, a concentração de renda. O ministério do CDES afirmou que 50% do PIB arrecadado em impostos em 2006, apenas 35% retornaram à sociedade na forma de investimentos públicos, como educação, saúde e habitação.

**Salário mais alto**

Para vários especialistas, a medida mais eficiente para combater a desigualdade social é aumentar o salário mínimo. Os aumentos superiores ao dobro de valor são uma forma direta de combater a desvalorização do trabalho. Fixado hoje em 468 reais (dado de junho de 2009), o salário mínimo serve como parâmetro para maiores salários em todos os setores, além de beneficiar diretamente os salários mais baixos e os rendimentos dos aposentados.

No entanto, estudos do Ipea revelam que a participação dos salários no PIB se manteve inalterada entre 2003 e 2007. Isso porque outros indicadores de riqueza, como o rendimento das empresas e das instituições financeiras, cresceram mais que os salários nesse período.

Muitos especialistas são alarmados pela concentração de renda para tentar diminuir a desigualdade social. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) em 2004, o programa de transferência de renda do governo brasileiro. Em maio de 2009, um pouco mais de 10 milhões de famílias foram beneficiadas. Mas, mesmo atendendo aos parâmetros da população brasileira, com o tipo de medida de eventos sociais transferências permanentes na concentração de renda.

### Resumo

#### Concentração de renda

**Q126** A renda concentrada pelos poucos que representam o 1% mais ricos da população é praticamente igual à das 50 milhões de pessoas que formam a Base Social, metade do salário mínimo. Segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano de 2005, cerca de 10% da população brasileira, segundo o IBGE, 50% da população brasileira do Brasil detém 75,4% da riqueza do país.

**PORQUE** Entre 2002 e 2007, o número de pobres abaixo do limiar da sobrevivência mensal de US\$ 1,25 caiu, em 2006, para 26,5% para 18,7% da população, queda de 7,8%, segundo o Centro de Políticas Sociais da Fundação Getúlio Vargas. De acordo com Ipea, que usa um método de avaliação diferente, o número de brasileiros em situação de extrema pobreza diminuiu 5,6%.

**COEFICIENTE DE GINI** Índice adotado internacionalmente para medir a concentração de renda. Seus valores variam de zero a 1 - quanto menor o índice, melhor é a distribuição da renda. Em 2007, o índice de Brasil foi de 0,552.

**IDH** Um índice de qualidade de vida das nações, considerando aspectos de renda, educação e renda. O mínimo é zero e o máximo é 1. Em 2008, o Brasil ocupou um sétimo lugar entre 177 países, o que o coloca entre os países com alto IDH.

### Saís na imprensa

#### POBRE PAGA MAIS TRIBUTOS QUE RICO, diz IPEA

Estado da Ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada mostra que, quanto menor a renda do trabalhador brasileiro, mais tributado ele paga proporcionalmente ao que ganha. Segundo o estudo, os 10% mais pobres do país pagam 33% do que recebem para pagar tributos, enquanto os mais ricos destinam 23% da renda.

O presidente do Ipea, Marcelo Pacheco, diz que o aumento da carga de impostos para a taxa de renda se deve à cobrança indireta de tributos. Pelo cálculo do instituto, de cada R\$ 100 de impostos pagos ao país, R\$ 42 são indiretos.

Os trabalhadores com rendimentos menores são levados de IR. Mas os tributos são levados em todos os níveis que consomem, na chamada tributação indireta. Como as alíquotas são as mesmas, independentemente da renda de quem compra, elas pesam mais para os contribuintes que ganham menos.

O relatório diz que a maioria de todos os fatores de renda para pagar impostos aumentou nos últimos anos. Isso

porque a carga tributária total do país caiu. No ano passado, o Ipea calcula que ela tenha ficado com 26,2% do PIB, ante 32,4% em 2004.

O estudo do Ipea mostrou que os trabalhadores com renda familiar mensal de até dois salários mínimos gastaram 14,9% da sua renda em tributos em 2008. Em 2004, eram 18,8%. Os contribuintes com renda acima de 20 salários mínimos, por sua vez, destinam em 23% do que ganham aos impostos. Em 2004, eram 28,3% (L.)

Foto de S. Pinheiro, 1/7/2009

# A ARITMÉTICA NA NANOTECNOLOGIA (NOTAÇÃO CIENTÍFICA)

## REFERÊNCIA NO GUIA

"A revolução do minúsculo", págs. 198-201

## COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

- Construir e ampliar noções de variação de grandeza para a compreensão da realidade e a solução de problemas do cotidiano.
- Identificar linguagem científica, nomes, símbolos e outras representações relativas às medidas de grandezas físicas.
- Dominar a escrita de números em notação científica para expressar valores muito pequenos.
- Efetuar cálculos envolvendo potências negativas de 10.
- Compreender e fazer uso de sistemas convencionais, para o cálculo de medidas de grandezas moleculares.

NÚMERO DE AULAS PREVISTAS: 4

## SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM

### ETAPA 1 | Leitura de texto

#### QUESTÃO 1

Antes de iniciar, sugerimos pedir aos alunos que façam uma leitura atenta do texto "A revolução do minúsculo", pág. 198 do Guia.

Da leitura deve resultar a compreensão dos pontos principais, que podem ser resumidos para a classe:

- Nanotecnologia ou nanociência é a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico nos níveis atômico, molecular e macromolecular, na escala de 0,1 a 100 nanômetros.
- O prefixo grego *nano* significa anão e faz referência a um padrão de medida que equivale a 1 bilionésimo de metro. Para ter ideia do que isso significa, um fio de cabelo tem a espessura de 50 mil nanômetros.
- 1 nanômetro =  $10^{-9}$  m = 0,000000001 m = 1 bilionésimo do metro.
- A nanotecnologia cria, desenvolve e utiliza sistemas e estruturas que, pelo seu tamanho reduzidíssimo, têm propriedades únicas.
- Ao manipular e calcular em níveis microscópicos átomos e moléculas, a nanotecnologia acena com inúmeras possibilidades de criação de novos robôs, máquinas e materiais.
- A nanociência é de natureza multidisciplinar e envolve, entre outras, Física, Química, Matemática, Engenharia Elétrica, Informática, Eletrônica Molecular, Biologia, Bioquímica, Computação Quântica etc.
- Os resultados de pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia

são soluções de problemas em Medicina, Farmácia, Novos Materiais, Engenharia Têxtil etc.

- Até o momento, são conhecidos alguns produtos oriundos da nanotecnologia: componentes para computadores, embalagens para alimentos, laser em aparelhos de som, tecidos resistentes a manchas, cremes cosméticos, vidros autolimpantes etc.
- Existem pesquisas para desenvolver agentes mecânicos tão pequenos que, colocados dentro do corpo humano, percorram toda a corrente sanguínea e efetuem, por exemplo, reparação das células no nível molecular. (Talvez a cura do câncer?.)
- Em Informática, a construção de circuitos eletrônicos átomo a átomo tem permitido a fabricação de processadores menores, com alta velocidade.
- O avanço dessa nova ciência terá, se já não tem, importantes consequências econômicas, sociais, ambientais e militares.

### ETAPA 2 | Aula expositivo-dialogada: a aritmética da nanotecnologia

#### QUESTÃO 2

Discuta com os alunos os seguintes conceitos e informações:

O padrão de medida da nanotecnologia/nanociência é o nanômetro, simbolizado por *n* ou *nm* e definido por  $1n = 0,000000001\text{ m} = 10^{-9}\text{ m}$

A aritmética da nanotecnologia é dada pelas operações e propriedades das potências negativas de 10. E, como já vimos na edição nº 2 da *Revista do Professor Atualidades*, essa aritmética nos remete para a **Notação Científica**.

Recapitulando: a Notação Científica é uma forma de escrever números muito grandes ou muito pequenos, usando as potências de 10.

Os cálculos com as medidas utilizadas na nanotecnologia são facilitados com o uso da Notação Científica.

A Notação Científica ajuda a evitar erros quando escrevemos números muito grandes ou muito pequenos e facilita a comparação entre esses números. Para uniformizar a notação, estabeleceu-se que os números devem ser escritos na seguinte forma:

$$N = x \cdot 10^p, \text{ p número inteiro e } 1 \leq x < 10$$

Observe que

$$0, \underline{1} = 10^{-1} = \frac{1}{10}$$

$$0, \underline{01} = 10^{-2} = \frac{1}{100}$$

$$0, \underline{001} = 10^{-3} = \frac{1}{1000}$$

.....

$$0,000000000000000001 = 10^{-18} = \frac{1}{1000000000000000000}$$

Exemplos:

$$\Rightarrow 0,00000000583 = 5,83 \times 10^{-9}$$

9 algarismos

$$\Rightarrow 243 = 2,43 \times 100 = 2,43 \times 10^2$$

$$\Rightarrow 6321 = 6,321 \times 1000 = 6,321 \times 10^3$$

$$\Rightarrow 0,00053 = 5,3 \times 0,0001 = 5,3 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow 0,007853 = 7,853 \times 0,001 = 7,853 \times 10^{-3}$$

### ETAPA 3 | Resolução de questões I

Proponha aos alunos a resolução das seguintes questões, cuidando para que os alunos tenham as respostas comentadas.

#### QUESTÃO 3

Observe a figura "Que vença o menor" e responda quantas vezes, aproximadamente, um glóbulo vermelho é menor que a espessura de um fio de cabelo, sabendo que a espessura do fio de cabelo é igual a 0,1 mm?

Resposta: 100 vezes menor

#### QUESTÃO 4

Escreva em Notação Científica:

a) Distância da Terra à Lua ≈ 384 000 000 m

b) Diâmetro de um átomo de hidrogênio ≈ 0,000000001 m

Respostas:  $3,84 \times 10^8$  e  $10^{-10}$

#### CIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE Nanotecnologia

**QUE VENÇA O MENOR**  
A escala dos fenômenos em nanotecnologia é muito pequena. A unidade básica de medida é o nanômetro, que equivale a milésimos de milímetro. A escala dos fenômenos em nanotecnologia é muito pequena. A unidade básica de medida é o nanômetro, que equivale a milésimos de milímetro. A escala dos fenômenos em nanotecnologia é muito pequena. A unidade básica de medida é o nanômetro, que equivale a milésimos de milímetro.

**Aplicações**  
Vários produtos do mercado já têm em seu interior a nanotecnologia. Os óculos rígidos (ODRs) dos computadores atuais, por exemplo, são compostos com nanofios. As farmácias já vendem, alguns protetores solares com nanopartículas que impedem o ataque de radiação nociva à pele. Nanopartículas também são usadas em tintas de última geração, aumentando a aderência à superfície e a durabilidade e diminuindo a toxicidade.

Mas a maior promessa da nanotecnologia encontra-se na medicina. Diversos laboratórios estão desenvolvendo partículas que funcionam como veículos para moléculas-remédios, enzimas, proteínas, de condutor térmico. São tão pequenas, exatamente sua molécula de substância cuja composição química faz com que se liguem a células específicas e cuja estrutura física as torna vulneráveis a certos tipos de radiação. Se a substância observar determinado tipo de radiação, podem bombardar e organizar com elas, assim degradar moléculas do tumor", explica Antonio Ramirez, coordenador do laboratório de nanotecnologia eletrônica do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), em Campinas.

Recentemente, uma equipe de pesquisadores da Universidade Estadual de São Paulo (Unesp) anunciou o sucesso nos primeiros testes clínicos com um medicamento nanotecnológico que substitui o método tradicionalmente usado por pacientes que passam por cirurgia de catarata - doença que causa a opacidade do cristalino, por consequência, a cegueira. O nanofio fabricado em plástico fino enrolado por uma cápsula de material biodegradável. Aplicado diretamente no local da cirurgia, a cápsula vai se dissolvendo lentamente no decorrer de 30 dias e liberando a droga, que impede a inflamação dos olhos. O feito foi comemorado pelos oftalmologistas, com algumas reservas apenas de os pacientes que participaram do teste não tiveram dor ou outros efeitos colaterais, muitos acham que o produto ainda precisa ser avaliado e que pesquisas futuras precisam ser feitas para garantir efeitos reais e não apenas mais longos.

**Recursos e limites**  
A eventual existência de produtos desenvolvidos a base da nanotecnologia é um dos principais pontos da comunidade científica. "No mundo, a possibilidade de trabalhar-se com uma droga nanotecnológica é a mesma que a de se trabalhar legítimo um medicamento tradicional sem receber efeitos", diz

**A tecnologia ainda engatinha, mas vírus prontos já utilizam as minúsculas estruturas, apesar do ceticismo de parte dos cientistas**

Viceli Rodrigues, professor do Instituto de Física da Universidade de Campinas (Unicamp), que pesquisa nanopartículas. "Dá a necessidade - igual - de dedicar mais anos de estudos laboratoriais e testes clínicos, ainda."

Para Rodrigues, o maior desafio de transformar a nanotecnologia desenvolvida em laboratório em produto de mercado é de ordem econômica: como aumentar a produção de uma escala experimental, em que bastam poucos gramas, para uma escala industrial, seja, toneladas. "O problema é que o salto dos métodos de engenharia tradicional para a nanotecnologia é tão grande que exigiria a destinação e o desarte de estruturas industriais já consolidadas", diz ele. O raciocínio é lógico enquanto a tecnologia atual render frutos, não há por que investir em novos processos.

Ano de 2010, o LNLS, entre outras grandes universidades brasileiras realizou pesquisas nanotecnológicas, como a Universidade de São Paulo (USP) e as universidades federais do Rio de Janeiro, de Minas Gerais e do Rio Grande do Sul.

#### Resumo Nanotecnologia

**QUE É** Trata-se de uma área multidisciplinar da ciência que associa conceitos e ferramentas da física, química, biologia e engenharia na manipulação de estruturas atômicas e moleculares, por meio de microscopia ou química biológica. O mundo da nanotecnologia tem dimensões na escala de nanômetros (1 nanômetro é igual a 1 milésimo de milímetro). Esse mundo submicroscópico é regido por uma complexa combinação de leis da física tradicional (que regem o mundo macro) e da física quântica.

**DESENVOLVIMENTO** A ideia de organizar artificialmente átomos e moléculas foi proposta formalmente, pela primeira vez, há 50 anos, pelo físico norte-americano Richard Feynman. E, apesar de parecer uma evolução natural na tendência de miniaturização que há décadas vem reduzindo o tamanho de componentes de a parâmetros eletrônicos, a nanotecnologia envolve o conhecimento e o domínio de técnicas muito diversas das empregadas em rádio e telefones.

**CAMPOS DE APLICAÇÃO** Por seu aspecto multidisciplinar, a pesquisa em nanotecnologia envolve os mais diversos campos da ciência e tecnologia. Há, no entanto, áreas de maior destaque, de modo a serem consideradas as principais áreas de pesquisa e desenvolvimento de nanotecnologia que se ligam a células ou tecidos humanos para o tratamento, por exemplo, de tumores cancerígenos.

**LIMITES** Existem várias fronteiras no mercado que envolvem nanotecnologia. Mas as grandes promessas dependem, ainda, de mais alguns anos de pesquisa e testes - tanto em laboratório quanto em campo de testes. No caso de medicamentos, do ponto de vista do mercado, a tecnologia empregada pelo maior parte das pesquisas ainda é preliminar e instável. Difícilmente, portanto, é possível investir na nanotecnologia, que ainda está dando seus primeiros passos.

#### Selo na imprensa

**BRASILEIROS FAZEM O SEU PRIMEIRO NANOPOEMA**  
João Alberto Romão

Um fio mil vezes mais fino do que um cabelo. Não, uma única palavra: "helicóptero", tirada de um poema escrito pelo compositor Arnaldo Antunes. Do mundo entre dois institutos de São Paulo (Instituto de Física da Universidade Estadual de Campinas) e o LNLS (Laboratório Nacional de Luz Síncrotron) surgiu esse que os pesquisadores acreditam ser o primeiro "nanopoema" brasileiro. Ou a primeira grafada com tecnologia especial numa estrutura na escala de nanômetros (...). Experimento foi realizado em março (...) a partir de uma ideia do poeta e músico João Murilo, nome artístico do doutorando do Instituto de Artes da

Um amp Guilherme Bass (...) A palavra-poesia foi escrita num nanofio de carbono de 100 nm, maior do que o cabelo, com um feixe de elétrons grande num microscópio eletrônico de transmissão em varredura de três passadas, a partir da extremidade livre do nanofio (...). As medidas são da ordem de 30 nanômetros por 400 nanômetros - um milésimo de um fio de cabelo (...). "Tudo consiste em escavar o nanofio com um feixe de elétrons. Posteriormente, altera-se a tensão do feixe de elétrons para gerar o nanofio", explicou o físico Tiago Henrique Tizei, doutorando do Instituto de Física da Unicamp, que grafou o nano-poema na nanofio (...).

Foto de S.Paulo, 12/07/2009

PARA CADA TAMBORIM, UMA UNIDADE					
Estado (habitantes)	Substituição em metros				
metro	centímetros	decímetros	milímetros	decímetros	centímetros
1 m	100 cm	10 dm	1000 mm	100 dm	1000 cm
1 km	1.000 m	100 dm	1.000 mm	100 dm	1.000 cm
1 metro	1 metro dividido por 10	1 metro dividido por 100	1 metro dividido por 1.000	1 metro dividido por 10 mil	1 metro dividido por 100 mil

### QUESTÃO 5

Um átomo de oxigênio (O) está ligado a dois átomos de hidrogênio (H) na molécula de água. A distância entre o O e o H é 95,8 pm (parte por milhão).

- a) Qual é a distância em metros?
- b) E em nanômetros (nm)?

Respostas:  $9,58 \times 10^{-11}$  m e  $9,58 \times 10^{-2}$  nm (ou 0,0958 nm)

Resolução:

$95,8 \text{ pm} \cdot 1 \times 10^{-2} \text{ m/1 pm} = 95,8 \times 10^{-2} \cdot 10^{-9} \text{ m} = 9,58 \times 10^{-11} \text{ m}$   
 $9,58 \times 10^{-11} \text{ m} \cdot 1 \text{ nm/} 1 \times 10^{-9} \text{ m} = 9,58 \times 10^{-2} \text{ nm}$  (ou 0,0958 nm)

### QUESTÃO 6

Nossa galáxia, a Via Láctea, contém cerca de 400 bilhões de estrelas. Supondo que 0,05% dessas estrelas tenha uma mesma classificação X de magnitude, qual a quantidade de estrelas da Via Láctea com essa classificação X?

- a)  $2 \times 10^4$
- b)  $2 \times 10^6$
- c)  $2 \times 10^8$
- d)  $2 \times 10^{11}$
- e)  $2 \times 10^{12}$

Resposta: C

### QUESTÃO 7

Um analgésico deve ser prescrito na quantidade de 3 mg/kg de massa corporal, mas a dose administrada não pode exceder 200 mg. Sabendo que cada gota contém 5 mg do remédio, calcule quantas gotas devem ser prescritas para um paciente de 80 kg?

Resposta: 40 gotas

### QUESTÃO 8

Escreva em Notação Científica:

- a) A capacidade de um grande computador para armazenar dados é de 500 bilhões de bytes.
- b) O raio do átomo de oxigênio mede 66 bilionésimos de metro.
- c) A superfície da Terra é de aproximadamente 510 milhões de quilômetros quadrados.

Respostas:

- a)  $5 \cdot 10^{11}$
- b)  $6,6 \cdot 10^{-8}$
- c)  $5,1 \cdot 10^8$

## ETAPA 4 | Resolução de questões II

Proponha aos alunos a resolução das seguintes questões, corrigindo em classe após sua realização.

### QUESTÃO 9

Sabe-se que 1 metro equivale a 1 bilhão de nanômetros. Considerando o diâmetro da Terra com 13.000 quilômetros, essa medida, em nanômetros, é equivalente a:

- a)  $1,3 \times 10^{16}$
- b)  $1,3 \times 10^9$

- c)  $1,3 \times 10^4$
- d)  $1,3 \times 10^{-12}$
- e)  $1,3 \times 10^{-16}$

Resposta: A

Resolução: 1 quilômetro = 1.000 metros  
 $13.000 \text{ km} = 13.000.000 \text{ m} = 1,3 \times 10^7 \text{ m}$   
 $1 \text{ m} = 10^9 \text{ nanômetros}$  (1 bilhão =  $10^9$ )  
 $1,3 \times 10^7 \text{ m} = 1,3 \times 10^7 \times 10^9 \text{ nm} = 1,3 \times 10^{16}$

### QUESTÃO 10

A organização The Internet Archive, que não possui fins lucrativos, cataloga e armazena todas as páginas Web da internet desde 1996. Atualmente, o sistema é gerenciado por cerca de 800 computadores pessoais, e ele dispõe de aproximadamente 3 pentabytes de memória para armazenamento. Cada pentabyte equivale a  $2^{20}$  gigabytes. Admitindo-se que um DVD comum é capaz de armazenar 4 gigabytes, pode-se afirmar que a quantidade de DVDs necessários para armazenar 3 pentabytes está entre quais faixas de valores?

- a)  $2^{16}$  e  $2^{17}$
- b)  $2^{17}$  e  $2^{18}$
- c)  $2^{18}$  e  $2^{19}$
- d)  $2^{19}$  e  $2^{20}$
- e)  $2^{20}$  e  $2^{21}$

Resposta: D

Resolução:

Se 1 pentabyte equivale a  $2^{20}$  gigabytes, 3 pentabytes são  $3 \times 2^{20}$  gigabytes.

1 DVD armazena  $2^2$  gigabytes  
 $x$  DVDs armazenam  $3 \times 2^{20}$  gigabytes.

$$x = 3 \times 2^{18}$$

$$2 \times 2^{18} = 2^{19}, \text{ logo } 3 \times 2^{18} > 2^{19} \text{ e } < 2^{20} \text{ ( } 4 \times 2^{18} \text{)}$$

### QUESTÃO 11

Escreva em Notação Científica:

O vírus de uma gripe: 0,000000022 m

Raio do próton: 0,0000000005 m

Massa de um estafilococo: 0,000000001 g

Quantos prótons medem aproximadamente o mesmo que o vírus de uma gripe?

### QUESTÃO 12

Complete a tabela.

	Notação Científica	Notação Decimal
1.		0.39
2.		7940
3.	$8.82 \cdot 10^4$	
4.	$2.81 \cdot 10^{-2}$	
5.	$1.64 \cdot 10^1$	
6.	$4.95 \cdot 10^5$	
7.		0.00092
8.		0.00419
9.		2.53
10.		5.38

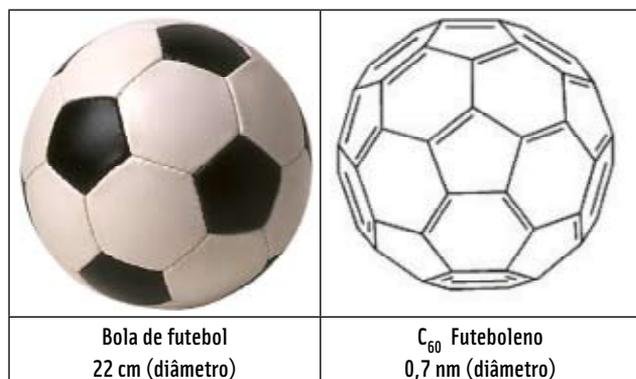


**Respostas:**

	Notação Científica	Notação Decimal
1.	$3.9 \cdot 10^{-1}$	0.39
2.	$7.94 \cdot 10^3$	7940
3.	$8.82 \cdot 10^4$	88200
4.	$2.81 \cdot 10^{-2}$	0.0281
5.	$1.64 \cdot 10^1$	16.4
6.	$4.95 \cdot 10^5$	495000
7.	$9.2 \cdot 10^{-4}$	0.00092
8.	$4.19 \cdot 10^{-3}$	0.00419
9.	$2.53 \cdot 10^0$	2.53
10.	$5.38 \cdot 10^0$	5.38

**QUESTÃO 13**

Observe as formas e as dimensões das figuras a seguir, que não estão desenhadas em escala.



A primeira figura é de uma bola de futebol comum, que tem a medida aproximada de diâmetro igual a 22 cm. Ao lado, a representação da estrutura de carbono chamada *buckminsterfullereno*, ou simplesmente fulereno: uma estrutura formada por átomos de carbono organizados nos vértices de um icosaedro truncado, que tem a forma de uma bola de futebol, com pentágonos e hexágonos. Por isso, tal estrutura também é conhecida como *futeboleno*.

Sua forma é de um domo geodésico composto de 12 pentágonos e 20 hexágonos. Sua fórmula é C<sub>60</sub>. Os hexágonos mantêm a planaridade (como no grafite, que é plano por apresentar somente hexágonos), enquanto cada pentágono inicia um ângulo de curvatura, sendo necessários 12 pentágonos para fechar a superfície sobre si mesma, formando uma bola.

*"A descoberta dos fulerenos ocorreu em setembro de 1985, quando um grupo de cientistas, principalmente H.W. Kroto e R.E. Smalley, obteve uma série de estruturas químicas com 44 a 90 átomos de carbono, aparecendo em maior concentração aquelas com 60 átomos de carbono, a partir do lançamento de raios laser sobre o grafite a uma temperatura de 10<sup>4</sup> °C. A descoberta do novo alótropo do carbono rendeu a esses cientistas o Prêmio Nobel de Química em 1996."*

*"Devido à sua forma tridimensional, suas ligações insaturadas e sua estrutura eletrônica, os fulerenos apresentam propriedades*

*físicas e químicas únicas que podem ser exploradas em várias áreas da bioquímica e da medicina.*

*Um de seus usos poderia ser o de transporte de medicamentos através do corpo humano, ainda em fase de desenvolvimento e experimentação."*

Adaptado de Wikipédia - A Enciclopédia Livre. Visita em 10 agosto de 2009.

Responda quantas vezes a bola de futebol é maior que um futeboleno.

**QUESTÃO 14**

No quadro ilustrado "Que vença o menor", página 200 do *Guia do Estudante*, encontramos a frase: "A escala das pesquisas em nanotecnologia é surreal. Vejamos: se 1 nanômetro fosse do tamanho de uma bola de futebol, a íris de um olho teria o diâmetro de Plutão". Justifique essa afirmação.



**APÊNDICE**

Ao terminar os exercícios, mostre aos alunos os dados da tabela a seguir:

**PREFIXOS, SÍMBOLOS E POTÊNCIAS DE 10**

MÚLTIPLOS			SUBMÚLTIPLOS		
Símbolo	Nome	Fator	Símbolo	Nome	Fator
Y	Yotta	10 <sup>24</sup>	d	deci	10 <sup>-1</sup>
Z	Zetta	10 <sup>21</sup>	c	centi	10 <sup>-2</sup>
E	Exa	10 <sup>18</sup>	m	mili	10 <sup>-3</sup>
P	Peta	10 <sup>15</sup>	μ	micro	10 <sup>-6</sup>
T	Tera	10 <sup>12</sup>	n	nano	10 <sup>-9</sup>
G	Giga	10 <sup>9</sup>	p	pico	10 <sup>-12</sup>
M	Mega	10 <sup>6</sup>	f	femto	10 <sup>-15</sup>
k	Quilo	10 <sup>3</sup>	a	atto	10 <sup>-18</sup>
h	hecto	10 <sup>2</sup>	z	zepto	10 <sup>-21</sup>
da	deca	10 <sup>1</sup>	y	yocto	10 <sup>-24</sup>