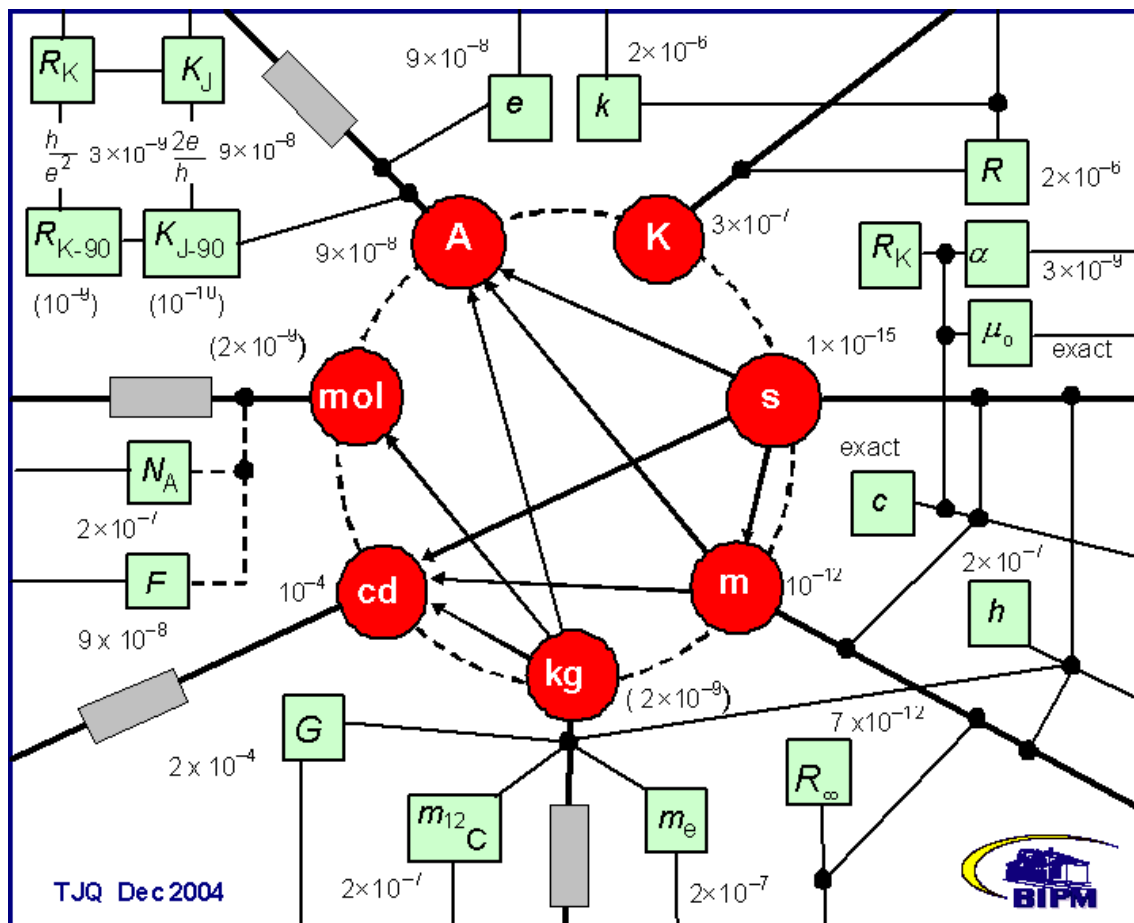


O BIPM e a sustentabilidade futura da Metrologia a nível mundial

O SI. Evolução possível

O estado da arte actual do Sistema Internacional de unidades, em que são definidas 7 grandezas de base, pode representar-se através do diagrama relacional seguinte, no qual estão representadas as relações de interdependência não só das unidades de base entre si como também destas com algumas das constantes físicas fundamentais:



Em que:

c	Velocidade da luz no vazio	$m^{12}\text{C}$	Massa do átomo de Carbono 12
e	Carga eléctrica elementar	N_A	Número de Avogadro
F	Constante de Faraday	R	Constante molar de gás
G	Constante gravitacional de Newton	R_K	Constante de von Klitzing (v. convenc.)
h	Constante de Planck	R_{K-90}	Constante de von Klitzing
k	Constante de Boltzman	R_∞	Constante de Rydberg
K_J	Constante de Josephson	α	Constante da estrutura fina
K_{J-90}	Constante de Josephson (v. convenc.)	μ_0	Permeabilidade no vazio
m_e	Massa do electrão (em repouso)		

O BIPM e a sustentabilidade futura da Metrologia a nível mundial

Admitem-se como alcançáveis progressos na redefinição do quilograma, do ampère, do Kelvin e da mole poderão ter repercussões significativas naquele diagrama. Aquelas redefinições têm como melhor horizonte, o ano de 2011, dado que os problemas técnico-científicos envolvidos na sua realização, envolvendo quer as unidades quer as constantes fundamentais correlacionadas, estão ainda longe de permitir poder anunciar a sua concretização, naquela que virá a ser a 24ª CGPM. Qualquer que venha a ser a data da realização das novas definições, estas abandonarão a formulação actual e na sua formulação algumas tornarão exactos os valores das constantes fundamentais que lhes estão ligados e que hoje têm uma determinada incerteza. Nomeadamente, para:

- o quilograma, o valor da Constante de Planck,
- a mole, o valor do Número de Avogadro,
- o kelvin, o valor da Constante de Boltzman.

Tais novas definições serão do tipo: “x é a unidade da grandeza X, tal que o valor da Constante Y tem o valor exacto z”.

A nova definição do ampère, a realizar eventualmente através da tecnologia *single electron tunneling*, terá uma incerteza menor que a actual e permitirá uma melhor realização da definição do volt, do ohm, do farad, do coulomb, etc..

Levadas às últimas consequências, as redefinições independentes do quilograma e da mole, resultantes, uma e outra, da fixação das constantes que lhes estão associadas, traduzir-se-ão na introdução de um *factor corrector do nº atómico*. Por exemplo, o nº atómico do átomo do Carbono deixará de ser 12, mas 12 multiplicado por um factor “1+k” em que “k” será um valor correctivo afectado de uma potência na ordem de 10^{-9} ! As questões decorrentes destas redefinições são portanto muito sensíveis e têm de ser devidamente confirmadas, amadurecidas e ponderadas.

Em qualquer destas novas definições, pelos resultados preliminares e pelos estudos prospectivos efectuados, não são expectáveis melhorias muito significativas das incertezas, se não mesmo a sua manutenção nos valores actuais, daí sendo mais relevante a eliminação da única dependência do SI em relação a um artefacto – o protótipo internacional do quilograma, cuja estabilidade secular, apesar de estimada, é hoje factor de preocupação.

Caso se venha a optar por actualizar as definições do metro e do segundo de acordo com as melhores realizações do metro já conseguidas hoje, estas traduzir-se-ão apenas em alterações dos respectivos processos de realização com melhorias significativas das incertezas, mas sem consequência no diagrama relacional.

Portanto, a redefinição das unidades de base coloca problemas complexos cujo equacionar está ainda longe de permitir conclusões, embora não seja de excluir a possibilidade de poder levar a uma reconfiguração diferente do SI, eventualmente com menor número de unidades de base.

O BIPM e a sustentabilidade futura da Metrologia a nível mundial

O papel do BIPM na realização das definições do SI. Evolução previsível

Actualmente o BIPM tem activo papel nas seguintes áreas:

- Massa,
- Tempo, frequência e gravimetria,
- Electricidade e novos projectos da balança de Watt e do condensador calculável,
- Radiações Ionizantes,
- Química.

Estas secções são responsáveis pela manutenção de realizações das unidades de base do quilograma, do segundo, do ampère e da mole, bem como de algumas unidades derivadas e constantes fundamentais e ainda de medições como seja a do “g” – aceleração da gravidade local e a manutenção da rede gravimétrica mundial com origem no BIPM. Nas demais grandezas existe hoje uma disseminação do valor das respectivas unidades de medida assente na comparabilidade das medições efectuadas nos Laboratórios Nacionais de Metrologia, suportada por Comparações-chave e Comparações-suplementares, da responsabilidade do BIPM, no âmbito do Acordo de Reconhecimento Mútuo do CIPM.

Esta situação decorre do facto ser impossível assegurar no BIPM a realização das definições das unidades das grandezas do SI, mesmo que fosse apenas das de base. Uma organização que tem de orçamento menos de 10 milhões de euros e cerca de 40 investigadores não poderia assegurar satisfatoriamente essa função em todos os domínios. Daí que, ao longo dos anos, foram progressivamente sendo encerradas algumas secções, primeiro as que davam resposta às necessidades de calibração de padrões secundários dos Estados-membros, depois mesmo dos padrões primários como, por exemplo, a de termometria, a de fotometria e radiometria e, mais recentemente, a de comprimento, de forma a se concentrarem recursos em outras áreas mais necessitadas de uma resposta científica.

Foi assim que, para dar resposta aos novos projectos que fundamentarão as redefinições de quatro das actuais sete grandezas de base, bem como para aumentar a capacidade de resposta no domínio da química, o BIPM procedeu à última reestruturação interna.

Esta resposta está longe de corresponder às necessidades do mundo actual que colocam cada vez mais pressão sobre o BIPM. Organizações científicas internacionais e intergovernamentais, algumas até recentemente alheias às necessidades metrológicas, exigem hoje do BIPM contribuição fundamental para assegurar a rastreabilidade ao SI das medições efectuadas nos seus domínios. É o caso, entre outras, das seguintes:

O BIPM e a sustentabilidade futura da Metrologia a nível mundial

Organizações Inter-Governamentais: **WTO**/Comércio, **WMO**/Meteorologia, **WHO**/Saúde, **IAEA**/Energia Atómica, **Codex Alimentarius**/Alimentação, **OIML**/Metrologia Legal;

Organizações científicas internacionais: **IFCC**/Química Clínica, **Pharmacopeia**/Farmácia, **WADA**/Anti-dopagem, **CIE**/Iluminação, **IAU**/Astronomia, **URSI**/Radiofusão, **ITU**/Telecomunicações, **ICRU**/Radiação, **IUGG**/Geodesia, **IUPAC**/Química, **IUPAP**/Física, **IAFS** e **ENFSI**/Medicina forense, **ILAC**/Acreditação: **ISO** e **IEC**/Normalização.

Num domínio já existe mesmo um Comité Permanente conjunto, dedicado à medicina e laboratórios médicos que é o **JCTLM**/Laboratórios Médicos.

São pois expectáveis crescentes “descentralizações” das realizações práticas das definições das grandezas do SI, de base e derivadas, seja através das declarações de equivalência obtidas nas comparações-chave, monitoradas pelo BIPM ou por um laboratório nacional numa qualquer RMO, seja através da alocação da sua melhor realização em um outro ponto qualquer do globo que não o Pavillon de Breteuil em Sèvres.

Este papel do BIPM, unificador e coordenador dos esforços mundiais no sentido da coerência e rastreabilidade das medições, em todos os domínios do conhecimento e da técnica, é já muito importante, terá tendência para aumentar progressivamente à medida que se façam sentir resultados positivos da sua intervenção e é desejável que continue a sê-lo para bem da integridade e reforço do SI.

A rastreabilidade ao SI. Necessidades imperiosas de sustentabilidade

O BIPM não é mais, pois, o fiel depositário de todos padrões internacionais, considerados à letra da respectiva definição, mas sim e cada vez mais, o garante da rastreabilidade ao SI, seja mediante a realização da definição de algumas das grandezas fundamentais ou derivadas que ainda reserva para si, seja mediante a coordenação dos trabalhos de comparação interlaboratorial internacional desenvolvidos pelos NMI nas demais grandezas físicas ou químicas.

O crescimento das necessidades de rastreabilidade cada vez mais acentuará este papel do BIPM, dado que não é crível que os Estados-membros reforcem significativamente as suas contribuições para o orçamento, no actual ambiente de restrições generalizadas.

Estão particularmente identificadas necessidades de rastreabilidade para as quais o BIPM não tem capacidade de resposta e que exigem a intensificação de investimentos nos NMI nos domínios seguintes: controlo sanitário e fito-sanitário, nanometrologia, propriedades dos materiais, biotecnologia e microbiologia, materiais de referência certificados, tecnologias da informação, transportes, electrónica e optoelectrónica, electromagnetismo, energia, alterações climáticas e controlo da poluição, química clínica e laboratórios

O BIPM e a sustentabilidade futura da Metrologia a nível mundial

médicos, segurança alimentar, anti-dopagem, farmacêutica, segurança e forense. Em cada um destes domínios estão identificadas, num relatório que será apresentado à próxima CGPM, medições e propriedades que exigem crescente atenção dos metrologistas.

A estas necessidades específicas acresce a de apoio ao desenvolvimento dos países que não possuem ainda infraestruturas metrológicas para dar resposta às suas necessidades de suporte à intervenção no comércio internacional, o que agrava as suas condições de sobrevivência e sustentabilidade económica.

A resposta a estas necessidades está cada vez mais longe do BIPM, pois, ao terem sido interrompidas, há anos, as actividades que possuía de calibração de padrões secundários, é hoje impensável reconsiderá-las. Porém, essa necessidade, em particular a daqueles países que são actualmente Associados da Convenção do Metro, deve ser equacionada através dos NMI e das RMO que participam e organizam as comparações sobre a égide do MRA do CIPM. Os esforços do BIPM de envolvimento de novos países nos trabalhos da Convenção do Metro, apesar de num estatuto de menor participação e consequentemente de encargo mais ou menos simbólico, é desejável porque assegurará ainda que de uma forma indirecta a disseminação do SI.

É toda esta resposta, em extensão e em profundidade, que tem de ser articulada e organizada de uma forma sistemática e sustentada para assegurar a rastreabilidade internacional das medições ao SI.