

## Transposição didática: o caso das unidades de memória da informática

### Didactic Transposition: the case of computer memory units

Herman do Lago Mendes  
[herman2000@zipmail.com.br](mailto:herman2000@zipmail.com.br)

#### Resumo

É uma pesquisa documental que objetiva identificar convergências e/ou divergências entre o saber a ser ensinado e o saber ensinado referente ao objeto do saber: unidades de memória da informática. Utiliza a teoria da transposição didática de Yves Chevallard e princípios teóricos de grandeza, objeto e medida. Observa a abordagem de estudo de unidades de memória da informática em 5 coleções de livros didáticos de matemática (caracterizando desta maneira o saber ensinado). Identifica sugestões de ensino em 3 diretrizes curriculares nacionais e 1 estadual (Pernambuco), para assim caracterizar o saber a ser ensinado. Também recorre às normas estabelecidas em Sistema Internacional de Unidades (SI) e *Commission Electrotechnique Internationale* (CEI). Observa como é trabalhada a transposição didática desse saber. Identifica: convergência de proposta de ensino entre diretrizes curriculares e livros didáticos de matemática; divergências de conceitos entre estas e o SI, a CEI.

**Palavras-chave:** Unidades de memória da informática; Grandezas e medidas; Teoria da Transposição Didática.

#### Abstract

It is a documental research that aims to identify convergences and/or divergences between the knowledge to be taught and taught knowledge regarding the object of knowledge: computer memory units. It uses the theory of didactic transposition of Yves Chevallard and theoretical principles of magnitude, object and measure. It observes the computer memory unit study approach in 5 collections of math textbooks (by determining taught knowledge). It identifies teaching procedures in 3 national and 1 state curriculum guidelines (Pernambuco), it also characterizes the knowledge to be taught. It also refers to standards set in the International System of Units (IS) and *Commission Electrotechnique Internationale* (CEI). It notes how it is didactic transposition of this knowledge is crafted. It identifies: teaching proposal of convergence between curriculum guidelines and teaching of mathematics books; differences between these concepts and the SI, the CIS.

**Keywords:** Units of information memory; Quantities and measures; Theory of Didactic Transposition.

#### Introdução

O humano, por qualquer motivo ou problema, sentiu necessidade em medir os objetos da realidade, do seu mundo. Partiu de uma relação intrínseca com o contar, com a necessidade de representar o número e concretizar ou amenizar a sua abstração, começando assim a medir as coisas, a criar padrões comuns de medidas. Seguiu como medida de comprimento pés de reis, palmas das mãos, ou por outras partes do corpo como os egípcios recorriam, por exemplo. Também sentiu necessidade de medir superfícies que as águas do rio Nilo demarcavam o terreno por meio de enchentes e depois definiu e calculou áreas de superfícies. Entre outras inúmeras medições, a partir do século XX por meio do advento de computadores eletrônicos, o humano sentiu mais uma vez necessidade em medir: medir a informação.

Pessoas de diversas sociedades sentem necessidades em medir a capacidade de armazenamento de dados de memória de seus computadores, *pen drives*, cartão de memória

de máquinas fotográficas digitais, celulares,... Em fim, necessitam medir a quantidade de informação contida em seus artefatos tecnológicos digitais. A partir desse advento social em gravar, transferir, processar, enviar, deletar dados de algum dispositivo de memória da informática, elaboramos dois questionamentos de pesquisa:

- Unidades de memória da informática são sugeridas como tema básico de estudo em diretrizes curriculares? Caso sejam, como elas são sugeridas?
- Existe abordagem de unidades de memória da informática em livros didáticos? Caso exista, como ela é estudada?

Mendes (2014) verificou a existência de abordagem de unidades de medida da informática em: livros didáticos de matemática dos anos finais do Ensino Fundamental avaliados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 2014); diretrizes curriculares nacionais e estadual (Pernambuco) compondo assim, um tema básico de matemática á nível de ensino fundamental. A partir desse diagnóstico de abordagem, objetivamos identificar convergências e/ou divergências entre o saber a ser ensinado e o saber ensinado referente ao conteúdo unidades de memória da informática; investigar a abordagem de unidades de memória da informática enquanto saber escolar e saber a ser ensinado. Para tal, utilizamos a teoria da transposição didática de Yves Chevallard como fundamentação teórica e princípios teóricos referentes a objeto, grandeza e medida.

A teoria da transposição didática permite estudar tanto o saber categorizado como saber científico, saber a ensinar e saber ensinado, como estuda o seu processo transpositivo. Esses três tipos de saber possuem funcionamentos próprios, conforme os conceitos da teoria da transposição didática, de tal maneira que o saber escolar e o saber a ser ensinado não se constituem de simplificações de processos provindos do saber científico.

Para representar o saber escolar, investigamos a existência de abordagem de unidades de memória da informática ou unidades de medida de informação em instituição de ensino: livros didáticos de matemática.

Para representar o saber a ser ensinado, investigamos a existência de abordagem de unidades de memória da informática em instituições transpositivas: diretrizes curriculares nacionais e estadual (Pernambuco), Sistema Internacional de Unidades (SI) e Comissão Eletrotécnica Internacional (CEI).

## Teoria da Transposição Didática

Segundo Pais (2008, p.17), “a transposição didática pode ser entendida como um caso especial da transposição dos saberes, sendo esta entendida no sentido de evolução das ideias, no plano histórico da produção intelectual da humanidade”.

A noção de transposição didática parte da problemática ecológica advinda das “inter-relações” entre saberes e instituições (CHEVALLARD, 1998). O significado de instituição baseado por conceitos da transposição didática é amplo. Família, escola, sala de aula, igreja, local de trabalho são exemplos de instituições. Essa teoria distingue quatro tipos de instituição: *produtivas* (academias, empresas que fazem pesquisas), *utilizadoras* (escolas profissionalizantes, comercio), *ensino* (escolas, livros didáticos) e *transpositivas* (Ministério da Educação, sindicatos, diretrizes curriculares). As instituições transpositivas (noosfera) é a que recebe maior foco da teoria porque é ela quem permite trocas de saberes entre as instituições.

O trabalho que transforma um objeto de saber [unidades de memória da informática] possível de ser ensinado em um objeto de saber ensinado se denomina transposição didática (CHEVALLARD, 1998).

A teoria da transposição didática permite articulação, de maneira imbricada, entre a análise epistemológica e análise didática a serem convertidas em um guia de bom uso epistemológico para a didática (CHEVALLARD, 1998).

A transposição didática é o conjunto das transformações que sofre um saber dito científico, “sábio”, possível de ser ensinável e por sua vez, ensinado (saber escolar) (CHEVALLARD, 1998). Nesta mediação entre o saber científico e o saber escolar existem ações participativas, condicionais, determinísticas, seletivas de programas, normas, diretrizes e propostas curriculares, livros didáticos, secretarias de educação, entre outras ações. Todos esses elementos constituem a noosfera (ibidem). “Quando o saber é transposto para uma instituição a ser estudada, falamos transposição didática. (O adjetivo didática se encontra aqui ao substantivo estudo)” (CHEVALLARD, 1996, p.1 tradução nossa).

Vale destacar a respeito da transposição do saber científico ao saber escolar, que esta passagem não decorre de mudança de lugar, mas que a transposição didática, em sentido restrito, supõe essa passagem como um processo de transformação do saber, que é transformado em outro saber em relação ao saber destinado ao ensino.

Considera-se, assim, com base nos elementos mencionados, que a transposição do conhecimento científico com fins de ensino e divulgação não constitui uma simples adaptação ou uma simplificação do conhecimento, podendo ser analisada, assim, na

perspectiva de compreender a produção de novos saberes nesses processos (POLIDORO e STIGAR, 2010, p. 2 tradução nossa).

A citação acima esclarece que a transposição didática faz distinção entre o saber científico e o saber escolar. Ambos possuem naturezas diferentes e funcionamentos distintos. Chevallard (1998) distingue três tipos de saber: *saber científico* (cientistas, academia), *saber a ensinar* (professores e professoras, autores de livros, programas, diretrizes, especialistas, leis) e o *saber ensinado* (escola, livro didático); A transposição didática permite transpor o saber de uma instituição (científica) para outra instituição (escolar) sendo que cada instituição trata o saber de sua maneira.

Segundo Chevallard *et al* (2001), a redação do fazer matemática ou o modelo matemático adotado recorre a uma linguagem própria. Pondo uma luneta nessa redação (da demonstração) matemática, algumas partes são julgadas triviais e, por sua vez, omitidas na redação e algumas outras partes não são reveladas e/ou apenas comentadas. Essa forma de fazer a redação da matemática é típica e, por sua vez, “normal”, comunicável e aceita entre os membros da academia (Matemática). Porém, ela é inadequada tratando-se do contexto escolar. Outro ponto que não é adequado ao contexto escolar é a generalização proporcionada nas demonstrações matemáticas. Na qual se toma um tratamento contrário tratando-se da sugestão de proposta da Educação Matemática: a aprendizagem parte de uma situação particular a partir daí poder ser generalizada.

Até mesmo na atividade de pesquisa, a construção da generalização não se inicia por ela mesma. Sua produção é submetida a permanentes reformulações, buscando-se níveis mais gerais de validade. No caso do contexto escolar, aconselha-se uma articulação entre o particular e o geral (CHEVALLARD *et al*, 2001, p.31).

A partir disso, percebe-se a existência de um comportamento, funcionamento, contexto na ciência Matemática enquanto saber científico que mantém linguagens, métodos e técnicas próprias, que, por sinal, é distinta da matemática escolar. O docente terá cuidado para não seguir fielmente o trabalho executado pelo matemático. De maneira análoga, “o trabalho do aluno não é diretamente compatível ao trabalho do matemático ou do professor. Mesmo assim essas atividades guardam correlações cuja análise é de interesse para a didática” (CHEVALLARD *et al*, 2001, p.35).

O saber a ensinar não se limita às propostas curriculares nos processos de ensino e de aprendizagem, seu ensino necessita de sua interpretação. Então, existe também um conjunto de influências da ação do professor e da professora. Ou seja, nas transformações adaptativas de saberes não partem exclusivamente do docente, mas também, conjuntamente por várias instituições diferentes (ALMOULOU, 2011).

Na teoria da transposição didática, o contorno do sistema de ensino encontra-se a sociedade. Que por sinal é complexa. O lugar onde se pensa a respeito do funcionamento didático é chamado de esfera. A noosfera é constituída pelos representantes do sistema de ensino: pais de discentes, sindicato dos professores, Secretaria de Educação, Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), livro didático, Ministérios da Educação (MEC), etc.

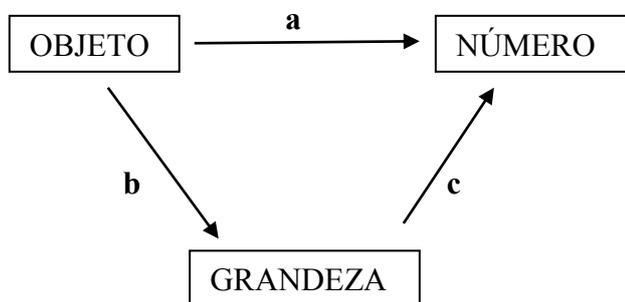
Chevallard (1998) destaca que tanto a esfera como a noosfera não trabalham sozinhas. Apesar da noosfera possuir poder, responsabilidades, competências, ser “o centro operacional do processo de transposição” (ibidem, p.11 tradução nossa), entre outras instâncias delimitadas, qualquer decisão (de ensino, didático, epistemológico, etc.) entre a esfera e a noosfera é tomada em conjunto.

A noosfera é quem seleciona os elementos do saber científico designados como saber a ensinar que por sua vez serão submetidas ao trabalho de transposição. Segundo Chevallard (1998) esta etapa é visível a sociedade e é chamada de transposição didática externa. A transposição didática interna realiza-se no interior do sistema de ensino (geralmente dentro da sala de aula).

### Objeto, Grandeza e Medida

Lima e Bellemain (2010) citam Brousseau (2001) para conceituar e distinguir três universos intimamente presentes no campo de Grandezas e Medidas: objeto, número (medida) e grandeza. Existem três funções de relação entre esses três universos a, b e c conforme a Figura 1.

**Figura 1:** Três conceitos interligados do campo das Grandezas e Medidas



Fonte: Lima e Bellemain (2010, p.9)

- A função **a** faz corresponder a cada objeto (por meio de uma medição) um número positivo, que é uma medida;
- A função **b** associa cada objeto à classe dos objetos de mesma medida (grandeza);
- A função **c** faz corresponder a cada uma dessas classes a medida de um de seus elementos.

Medir determinado objeto está representado pela função **a** e **c**, ou seja, “medir é comparar certa quantidade de uma grandeza com outra quantidade da mesma grandeza que se escolhe como unidade e expressar a comparação por meio de um número” (SOUZA, PATARO, 2012c, p.182). Por sua vez, “tudo aquilo que pode ser medido é chamado de grandeza” (ibidem). Dessa maneira, dor, sentimento, amor, emoção não são grandezas porque não podem ser medidos.

No processo de medição de grandezas existe a necessidade de escolher uma unidade de medida e um instrumento de medição. “Daí atribui-se a um número à uma grandeza o que equivalerá a medida da grandeza na unidade escolhida” (LIMA e BELLEMAIN, 2010, p.12). Destacando que “os números servem para contar, mas antes de contar é preciso saber qual a unidade de contagem. No caso das grandezas, a unidade de medida deve ser também uma grandeza” (ROQUE, 2012, p.189).

Especificamente, nas unidades de memória da informática teremos que a unidade fundamental - o byte - é uma grandeza, unidade de medida de informação a qual será utilizada como referência para comparação de outras grandezas de informação. Assim, a medida é o número da comparação entre essas duas grandezas: “uma maior” - a capacidade de memória de computadores, por exemplo, e outra “menor” - a unidade de medida de informação, byte, kibibyte, mébibyte, gibibyte, etc. Um aspecto particular da unidade de informação é que o bit (*binary digit*) é a menor unidade de medida de informação: uma quantidade positiva (quantidade de bits) “cabe um número exato de vezes” (é comensurável) em uma informação digital. Assim, a partir da comparação entre a “grandeza menor” (o byte é a unidade base) e a “grandeza maior” (a capacidade de memória de computadores – objeto cujo será medido) verifica que uma informação tem tantos bytes, expresso em um número. Destacando que, atualmente, um byte é igual a 8 bits. Um byte é equivalente a um caractere (letras, números e símbolos). Assim, a palavra BOM DIA! tem 8 bytes [8 caracteres = 6 letras + 2 símbolos (espaço e interrogação)]. “[...] para representar o resultado de uma medição, escrevemos o número obtido [8] e o nome da unidade que se empregou [bytes]. Dessa forma, cada quantidade fica expressa por uma parte numérica [8] e outra parte literal [B], que representa a unidade empregada” (SOUZA, PATARO, 2012c, p.182). O número está representado pela função **a** e **c**. A parte literal está representada pela função **b**. Portanto, informação é uma grandeza, *pen drive* é um exemplo de objeto de medição e 64 GiB é uma medida.

## **Procedimentos Metodológicos**

Este trabalho configura-se como uma pesquisa documental. Planejamos investigar como o objeto de saber - unidades de memória da informática - é abordado em instituições de ensino, livros didáticos de matemática, e em instituições transpositivas, diretrizes curriculares nacionais e estadual (Pernambuco) de matemática, SI (2012) e CEI (2005).

A partir do diagnóstico de abordagem referente ao estudo de unidades de memória da informática em livros didáticos de matemática avaliados pelo PNLD 2014 e em diretrizes curriculares nacionais e estadual (Pernambuco) por Mendes (2014), selecionamos 5 coleções (metade do total) de livros didáticos de matemática do ensino fundamental avaliados pelo PNLD 2014: Oraga e Mori (2012), Dante (2012), Souza e Pataro (2012), Lopes (2012) e Leonardo (2010); Selecionamos 3 diretrizes curriculares nacionais, Brasil (1998, 2011, 2013) e uma estadual, Pernambuco (2012).

O critério adotado para a escolha dos livros didáticos foi de abordar unidades de memória da informática no livro do aluno e/ou no Manual do Professor; ou existirem atividades que mantêm um teor matemático ou curiosidade ou auxiliares a compreensão, ou ainda, de fixação de outros conteúdos de matemática.

Observamos como o conteúdo – unidades de memória da informática – é abordado, buscando identificar existência, ou não, de tarefas contextualizadas ao dia-a-dia dos estudantes; identificar objetivos propostos na elaboração de tarefas; identificar existência, ou não, de relação entre os demais conteúdos da matemática básica e outras áreas de conhecimento; verificar existência, ou não, de explicações de técnicas de resolução; verificar se o conteúdo é teorizado; identificar convergências e/ou divergências entre o saber a ser ensinado e o saber ensinado referente ao conteúdo unidades de memória da informática.

## **Medida de Informação nas Instituições de Ensino**

Segundo Mendes (2014), as medidas da informática (medidas de capacidade de armazenamento e processamento de dados em computadores) são abordadas nos livros didáticos de matemática avaliados pelo PNLD 2014. Observamos a abordagem de unidades de memória da informática nos seguintes livros didáticos de matemática: Oraga e Mori (2012d), Dante (2012a, 2012b), Souza e Pataro (2012b), Lopes (2012b) e Leonardo (2010d). Identificamos atividades referentes ao estudo de medida de informação. No Quadro 1 expomos as tarefas conjuntamente com seu objetivo:

**Quadro 1:** Exemplos de tarefas referentes à medida de informação conjuntamente com o seu objetivo

Questões	Objetivo
<p>“Quantos kilobytes de memória tem um computador com 2 gigabytes?” (ONAGA, MORI, 2012d, p.24, ex: 59);</p> <p>“[...] Escreva estas medidas, usando o byte como unidade e a potenciação: a) medida da capacidade de armazenamento do disco rígido” (DANTE, 2012a, p.231, ex: 15).</p>	Determinar a quantidade de informação existente em um determinado artefato tecnológico
<p>“Escreva duas grandezas que podem ser associadas às imagens” (PATARO, SOUZA, 2012b, p.200).</p>	Corresponder corretamente às unidades de medida com a sua grandeza ou com a imagem de determinado objeto
<p>“[...] Sobre byte, quais das afirmativas abaixo são corretas? a)Um arquivo de 2 kilobytes equivale a 220 bytes” (PATARO, SOUZA, 2012c, p.50, ex: 61, item: a).</p>	Converter unidades de medida de informação
<p>“[...] Em quantos minutos esse computador realizaria o download desse mesmo arquivo se a média da taxa de transferência fosse 96kbps?” (PATARO, SOUZA, 2012c, p.191, ex: 42).</p>	Determinar o tempo do <i>download</i> de um mesmo arquivo de computador com uma taxa de transferência maior.
<p>“[...] O disco rígido desse computador corresponde, aproximadamente a quantos CDs de dados?” (ONAGA, MORI, 2012d, p.24, ex: 62);</p> <p>“Quantos pen drives de 8 GB são necessários para armazenar 92116 terabytes?” (DANTE, 2012b, p.113).</p> <p>“[...]Quantos arquivos de 16 megabytes podem ser armazenados nesse pen drive” (LEONARDO, 2010d, p.21).</p>	Determinar a quantidade de artefatos tecnológicos (digitais) necessários para armazenar determinada medida de informação

A maioria dos volumes não apresenta ilustração ou exemplificação de técnicas de conversões entre unidades de medida da informática, exceto um livro que, a técnica é articulada, no próprio enunciado da questão (Vide Figura 2), de maneira não clara porque as setinhas vermelhas não evidenciam qual é a operação a ser realizada (somar 1024? multiplicar 1024? elevar 1024 a potência?) para converter uma unidade de medida de informação em outra unidade superior. Não é esclarecido que as unidades de memória da informática, a partir do byte, são múltiplos de 1024 ( $2^{10}$ ).

Quase todos os livros didáticos de matemática observados mantêm uma proposta de trabalhar medida de informação como um conteúdo auxiliar, de suporte ou de contexto ao tema de

estudo da matemática escolar: potenciação. São abordados, de maneira contextual, por elementos e dispositivos da Informática (internet, *tablets*, *pen drives*, máquinas fotográficas digitais, computadores, entre outros) e por abordagem superficial a respeito da história do computador e de outros dispositivos tecnológicos. Exceto uma coleção<sup>1</sup> que mantém proposta de abordar medida de informação como “conteúdo estudado em primeiro plano”, mantendo a sua recapitulação, ampliação e aprofundamento do 6º ano para o 7º ano. Este livro do 7º ano define bit, byte (aprofundamento); distingue, de maneira superficial, a organização de bases 2 e 10 entre as unidades de medida de informação e as unidades de medidas do sistema métrico decimal (aprofundamento); E amplia outras unidades de medida de informação: terabyte, petabyte, exabyte e o zetabyte (ampliação).

**Figura 2:** Técnica (implícita) de conversões entre unidades de medida na informática

**81. Armazenamento de dados na informática**

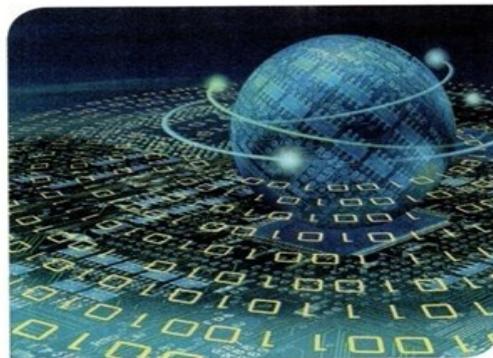
Como você estudou no ano anterior, há diferentes grandezas e medidas relacionadas à informática, como, por exemplo, as que envolvem armazenamento de dados. Hoje em dia, é surpreendente a quantidade de informação que armazenamos na forma de dados digitais, seja em computadores, *tablets*, *pen drives* ou na própria internet.

O bit é a menor unidade de informação que pode ser armazenada ou transmitida. Um conjunto de 8 bits corresponde a 1 byte.

No ano anterior, você viu que as unidades do Sistema Métrico Decimal de Medidas (por exemplo, metro, litro, grama, etc.) estão organizadas sobre a base 10. Ou seja, a partir de uma unidade-padrão ou unidade fundamental, as demais unidades de medida são obtidas multiplicando-se ou dividindo-se por potências de base 10.

Já unidades como bits e bytes estão organizadas sobre a base 2, pois um bit pode assumir apenas dois valores, 0 ou 1 (sistema binário). Assim, um byte, entendido como unidade, corresponde a  $2^0 = 1$ . Um kilobyte corresponde a  $2^0 \cdot 2^{10} = 2^{10}$  bytes; um megabyte corresponde a  $2^{10} \cdot 2^{10} = 2^{20}$  kilobytes; um gigabyte equivale a  $2^{20} \cdot 2^{10} = 2^{30}$  megabytes.

Além das unidades de medida de quantidade de informação que você estudou no anterior, há outras. Veja:



Após a leitura do texto, realize as atividades propostas.

a) Copie a tabela abaixo e complete a sequência aplicando as propriedades da potenciação.

byte	B	–	$2^0$ byte
kilobyte	kB	$2^0 \cdot 2^{10}$	$2^{10}$ bytes
megabyte	MB	$2^{10} \cdot 2^{10}$	$2^{20}$ kilobytes
gigabyte	GB	$2^{20} \cdot 2^{10}$	$2^{30}$ megabytes
terabyte	TB	$2^{30} \cdot 2^{10}$	$2^{40}$ gigabytes
petabyte	PB	$2^{40} \cdot 2^{10}$	$2^{50}$ terabytes
exabyte	EB	$2^{50} \cdot 2^{10}$	$2^{60}$ petabytes
zetabyte	ZB	$2^{60} \cdot 2^{10}$	$2^{70}$ exabytes

b) Transforme 1,9 ZB em gigabytes (GB).  $1,9 \cdot 1024^7$  GB ou  $1,9 \cdot 2^{70}$  GB

c) Quantos *pen drives* de 8 GB são necessários para armazenar 92 116 terabytes?  $92\,116 \cdot 2^7$  ou  $11790\,848$  *pen drives*

Fonte: (DANTE, 2012b, p.113)

<sup>1</sup> DANTE (2012a, 2012b).

Portanto, a abordagem de unidades de memória da informática em livros didáticos de matemática mantém um viés prático social<sup>2</sup>: ora proposta em primeiro plano, ora proposta em segundo plano (auxílio ao entendimento de potenciação). As tarefas são enquadradas como situações-problema contextualizado por meio de elementos da Informática. Dessa forma, a maioria desses livros didáticos está de acordo com o sugerido pelas diretrizes curriculares nacionais e estadual (Pernambuco): centrar na análise de situações práticas (BRASIL, 1998), ligadas com as situações do cotidiano dos estudantes (PERNAMBUCO, 2012).

Em relação a explicação de unidades de medida de informação: o bit é a menor unidade de informação com que os computadores trabalham; o bit pode possuir dois valores (0 ou 1) e que representam, respectivamente dois estados, não, desligado e sim, ligado; o byte é a combinação de 8 bits ou conjunto de 1 caractere; as unidades de medida de informação, kilobyte, megabyte, gigabyte, entre outras, são enquadradas como múltiplos do byte e que fazem parte do sistema métrico decimal.

Vale frisar que todos os livros didáticos de matemática dos anos finais do Ensino Fundamental avaliados pelo PNLD 2014 utilizam o sistema de numeração decimal para realizar medições na informática (armazenamento e processamento de dados). As unidades de memória da informática utilizadas são byte, kilobyte, megabyte, gigabyte, terabyte, petabyte, exabyte e zetabyte.

### **Medida de Informação nas Instituições Transpositivas**

Entre os conteúdos mínimos<sup>3</sup> sugeridos por Pernambuco (2012) para serem estudados em escolas de Ensino Fundamental e Ensino Médio, destacamos o ensino de unidades de medida utilizadas no contexto da informática sugerida para os estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental:

[...] outras unidades de medida podem ser introduzidas e ampliadas, como, por exemplo, as unidades agrárias (particularmente aquelas mais próximas do contexto dos alunos), as utilizadas no contexto da informática (Kb, Mb etc.)” (PERNAMBUCO, 2012, p.107 grifo nosso);

Grandezas e Medidas compõem um dos blocos de conteúdo de matemática escolar. São altamente presentes em diversas atividades humanas. O seu conhecimento é importante para

---

<sup>2</sup>Ações, conhecimentos úteis para enfrentar necessidades da vida.

<sup>3</sup> “As expectativas de aprendizagem explicitam aquele mínimo que o estudante deve aprender para desenvolver as competências básicas na disciplina. Em outras palavras, elas descrevem o “pisso” de aprendizagens, e não o “teto”. Dependendo das condições de cada sala de aula, elas podem ser ampliadas e/ou aprofundadas” (PERNAMBUCO, 2012, p.13).

atribuir significado aos conceitos da Matemática como também poder contribuir na relação desse campo de estudo às outras áreas de conhecimento. “As atividades matemática no mundo atual requerem, desde os níveis mais básicos aos mais complexos, a capacidade de contar coleções, comparar e quantificar grandezas e realizar codificações” (BRASIL, 2013, p.16). Além do mais:

Em todas as culturas humanas, desde os seus primórdios, foram realizadas medições de grandezas [...] e o processo de medição ocupou sempre um papel central no desenvolvimento tecnológico e social do homem [...] As grandezas são importantes em todas as áreas do conhecimento. Em particular, lidamos com grandezas em quase todos os campos da matemática escolar (BRASIL, 2011, pp.27, 28).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) incentivam o estudo de medidas de informação no terceiro ciclo do Ensino Fundamental de matemática (6º e 7º anos) ao afirmar que “algumas unidades da informática como quilobytes, megabytes [...] estão se tornando usuais em determinados contextos” (BRASIL, 1998, p.69). Além disso, enfatizam que “o estudo de diferentes grandezas, de sua utilização no contexto social e de problemas históricos ligados a elas geralmente desperta o interesse dos alunos [...] está fortemente conectado com diferentes tipos de números” (ibidem).

No tópico sobre conceitos e procedimentos, os PCN sugerem para o quarto ciclo do ensino fundamental de matemática (8º e 9º anos) o “reconhecimento e compreensão das unidades de memória da informática, como bytes, quilobytes, megabytes e gigabytes em contextos apropriados, pela utilização da potenciação” (BRASIL, 1998, p.74).

A partir da observação realizada nos PCN (BRASIL, 1998), identificamos duas tarefas para ser trabalhada nos anos finais do Ensino Fundamental, converter unidades de medida de informação e reconhecer as unidades de medida de informação, tal que sejam: contextualizadas (socialmente e historicamente) por problemas e por meio da utilização de potenciação (um dos conteúdos do bloco de matemática básica: Números e Operações).

O PCN enfatiza o estudo de unidades de medida de informação por meio do bloco prático-técnico ao sugerir que “o trabalho com medidas deve centrar-se fortemente na análise de situações práticas que levem o aluno a aprimorar o sentido real das medidas” (BRASIL, 1998, p.69). Essas tarefas podem remeter a um contexto informático de práticas sociais.

Os parâmetros curriculares de Pernambuco também sugerem o estudo de medidas de informação, especificamente para os 8º e 9º anos do Ensino Fundamental:

reconhecer a capacidade de memória do computador como uma grandeza e identificar algumas unidades de medida (por exemplo: bytes, quilobytes, megabytes e gigabytes);

usar e converter, dentro de um mesmo sistema de medidas, as unidades apropriadas para medir diferentes grandezas (PERNAMBUCO, 2012, pp.109,110).

A partir da observação realizada em Pernambuco (2012), identificamos 4 tarefas:

- Reconhecer a capacidade de memória do computador como uma grandeza, para que exista “ligação do estudo de grandezas e medidas com as situações do cotidiano do estudante [e leve] o estudante a compreender o significado de grandeza (idem, p.68).
- Identificar unidades de medidas de informação, bytes, quilobytes, megabyte e gigabytes, para “desenvolver a capacidade de estimativa de medida” (idem, p.68);
- Converter unidades de medida de informação, mas com o seguinte cuidado: “o trabalho baseado exclusivamente em transformações de unidades, sem que o estudante consiga perceber as relações entre elas, deve ser evitado (idem, p.106);
- Usar unidades de memória da informática, tomando-se o seguinte cuidado: “quando se faz uso da medição para comparar duas grandezas, é preciso que seja utilizada a mesma unidade de medida” (idem, p.68);

Portanto, as diretrizes curriculares nacionais (BRASIL, 1998, 2011, 2013) e estadual (Pernambuco, 2012): incentivam<sup>4</sup> o estudo de medida de informação nos anos finais do Ensino Fundamental (o primeiro a partir do 6º ano e o segundo a partir do 8º ano); abordam as unidades de medida de informação baseados no sistema de numeração decimal; utilizam as unidades de medida de informação definidas no sistema métrico decimal: byte, quilobyte, megabyte e gigabyte.

Na apresentação de documento do Sistema Internacional de Unidades SI (2012, p.6) tem a seguinte afirmação: “a consolidação da cultura metrológica é estratégica para o desenvolvimento das organizações. Ela contribui para ganhos de produtividade, qualidade dos produtos e serviços, redução de custos, eliminação de desperdícios e relações comerciais mais justas”. Imagine o problema social, econômico, entre outras dimensões, caso cada sujeito ou cada localidade adota-se medidas diferentes para o mesmo atributo da natureza medida!

As instituições transpositivas SI (2012) e CEI (2005) adotam o sistema de numeração decimal como base numérica. No entanto, tratando-se de notação adotada em medições de informação ou medições utilizadas na informática ou medições que utilizam a base 2, existe uma advertência:

---

<sup>4</sup> Segundo Lima e Bellemain (2010), essa valorização do bloco de conteúdos de matemática escolar tomou força a partir da década de 1990 no Brasil por documentos nacionais relativos ao Ensino Fundamental: PCN e PNLD.

Os prefixos SI representam exclusivamente potências de 10 e não devem ser utilizados para expressar potências de 2 (por exemplo, um kilobit representa 1000 bits e não 1024 bits). Os prefixos adotados pela IEC para as potências binárias são publicados na norma internacional IEC<sup>5</sup> 60027-2: 2005, 3ª edição, símbolos literais para utilização em eletrotécnica - Parte 2: Telecomunicações e eletrônica. Os nomes e símbolos dos prefixos correspondentes a  $2^{10}$ ,  $2^{20}$ ,  $2^{30}$ ,  $2^{40}$ ,  $2^{50}$ ,  $2^{60}$  são, respectivamente: kibi, Ki; mébi, Mi; gibí, Gi; tébi, Ti; pébi, Pi; e exbi, Ei. Assim, por exemplo, um kibibyte se escreve :  $1 \text{ KiB} = 2^{10} \text{ B} = 1024 \text{ B}$ , onde B designa um byte. Ainda que esses prefixos não pertençam ao SI, eles devem ser utilizados na informática, a fim de evitar o uso incorreto dos prefixos SI (SI, 2012, p.34).

Portanto, o SI (2012) e o CEI (2005) adotam o sistema de numeração binário para realizar medições na informática (armazenamento e processamento de dados) ao invés do sistema decimal, que por sinal, são adotadas nas diretrizes curriculares nacionais (BRASIL, 1998, 2011, 2013) e estadual (PERNAMBUCO, 2012), assim como os livros didáticos de matemática avaliados pelo PNLD 2014 (Oraga e Mori (2012d); Dante (2012a, 2012b); Souza e Pataro (2012b); Lopes (2012b) e Leonardo (2010d)).

### **Transformação do saber a ensinar ao saber escolar: o caso das unidades de memória da informática**

A partir da observação em livros didáticos de matemática e diretrizes curriculares nacionais e estadual (Pernambuco) percebemos a existência de uma transposição do saber referente ao estudo de unidades de memória da informática ou unidades de medida de informação confuso. Por um lado, o SI (2012) e a CEI (2005) os definem por meio da base 2 (sistema de numeração binário). Por outro lado, os livros didáticos de matemática e as diretrizes curriculares de matemática os definem por meio do sistema métrico decimal, configurada na base 10, adotando as mesmas nomenclaturas e simbologias para a base 2.

As instituições transpositivas, SI (2012) e CEI (2005), definem as unidades de medida de informação pela seguinte nomenclatura e simbologia (parte literal): byte, B; kibibyte, KiB; mébibyte, MiB; gibibyte, GiB; tébibyte, TiB; pébibyte, PiB; entre outras. Sendo estas enfatizadas: “Ainda que esses prefixos não pertençam ao SI, eles devem ser utilizados na informática, a fim de evitar o uso incorreto dos prefixos SI” (SI, 2012, p.34).

Partindo das definições elaboradas pelos SI (2012) e CEI (2005) a respeito das unidades de medida de informação, apresentamos exemplos de conversões:

---

<sup>5</sup>A Comissão Eletrotécnica Internacional (CEI) é uma organização mundial para padronização que compreende todas as comissões eletrotécnicas nacionais (Comitês Nacionais do CEI). “O objetivo do CIE é promover a cooperação internacional em todas as questões relacionadas com a normalização nas áreas de eletricidade e eletrônica” (CIE, 2005, p.4 tradução nossa).

$$1 \text{ KiB} = 1024 \text{ B} = 2^{10} \text{ B};$$

$$1 \text{ MiB} = 1024 \text{ KiB} = 2^{10} \text{ KiB} = 2^{10} \cdot 1 \text{ KiB} = 2^{10} \cdot 2^{10} \text{ B} = 2^{20} \text{ B};$$

$$1 \text{ GiB} = 1024 \text{ MiB} = 2^{10} \text{ MiB} = 2^{10} \cdot 1 \text{ MiB} = 2^{10} \cdot 2^{20} \text{ B} = 2^{30} \text{ B};$$

$$1 \text{ TiB} = 1024 \text{ GiB} = 2^{10} \text{ GiB} = 2^{10} \cdot 1 \text{ GiB} = 2^{10} \cdot 2^{30} \text{ B} = 2^{40} \text{ B};$$

$$1 \text{ PiB} = 1024 \text{ TiB} = 2^{10} \text{ TiB} = 2^{10} \cdot 1 \text{ TiB} = 2^{10} \cdot 2^{40} \text{ B} = 2^{50} \text{ B}.$$

Por outro lado, os livros didáticos de matemática dos anos finais do ensino fundamental avaliados pelo PNLD 2014 definem as unidades de memória da informática ora conservando os números por meio de representação de potências de base 2 e prefixos do sistema métrico decimal,  $1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ B} = 1024 \text{ B}$ , ora conservando os números por meio de representação de potências de base 10 e prefixos do sistema métrico decimal,  $1 \text{ KB} = 10^3 \text{ B} = 1000 \text{ B}$ . Por exemplo: Oraga e Mori (2012d, p.24), Dante (2012b, p.113) e Souza e Pataro (2012b, p.190) definem  $1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ bytes} = 1024 \text{ B}$  e Dante (2012a, p.229) e Lopes (2012b, p.138) definem  $1 \text{ KB} = 1000 \text{ bytes}$ . Daremos mais ênfase a esse diagnóstico.

Se é definido  $1 \text{ k} = 10^3 = 1000$ , então  $1 \text{ KB}$  deve ser igual a  $1000 \times 1 \text{ B} = 1000\text{B}$ , assim como  $1 \text{ Kg} = 1000 \text{ g}$  e  $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$ , mas alguns autores<sup>6</sup> não os definem dessa forma. Esses definem  $1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ B}$ . Ou seja, 1 quilo é tanto igual a 1000 quanto a 1024; é como se o byte (B) “alterasse” o número escrito na base 10 para a base 2 da unidade de medida quilo (K). Dessa maneira, os livros didáticos de matemática do ensino fundamental observados preservam a parte literal e alteram a base numérica. Há uma confusão nisso. Portanto, constatamos existência de abuso de nomenclaturas e simbologias para representar as unidades de memória da informática nos livros didáticos de matemática.

### **Considerações Finais**

Todos os livros didáticos de matemática e as diretrizes curriculares nacionais e estadual (Pernambuco) observados adotam as unidades de medida de informação byte, quilobyte, megabyte, gigabyte, configuradas pelo sistema métrico decimal. Os SI (2012) e CEI (2005) também adotam o sistema métrico decimal nas medições. No entanto, a respeito de medida de informática (medida de armazenamento e processamento de dados) adotam as potências de base 2 – sistema binário (para o número) e outros prefixos (kibi, mébi, gibi, etc.) para evitar o uso incorreto dos prefixos SI. Ou seja, na medida de informação, o número é representado por potências de base 2 ( $2^{10}$ ,  $2^{20}$ ,  $2^{30}$ ,  $2^{40}$ ,  $2^{50}$ ,  $2^{60}$ ) e a parte literal é definida por símbolos próprios: KiB, MiB, GiB, TiB, PiB, EiB, etc. Os nomes e símbolos dos prefixos

---

<sup>6</sup> Observe que Dante (2012) define um quilobyte (1KB) ora sendo igual a 1000 bytes no volume 6, ora sendo igual a 1024 bytes no volume 7.

correspondentes a essas potências de 2 são respectivamente: kibi e Ki; mébi e Mi; gibí e Gi; tébi e Ti; pébi e Pi; exbi e Ei.

Há uma falta de conhecimento ou existe resistência institucional, cultural ou ainda, “existe uma lacuna” entre as instituições transpositivas SI e CEI, e outras instituições (livros didáticos de matemática e diretrizes curriculares), em adotar as unidades de medida de informação definidas por potências de base 2 aqui no Brasil?

Unidades de memória da informática fazem parte de um dos conteúdos mínimos para serem estudados na Educação Básica conforme diretrizes curriculares nacionais e estadual (Pernambuco). Que por sua vez, o seu ensino está presente em livros didáticos de matemática dos anos finais do Ensino Fundamental avaliados pelo PNLD 2014. Dessa forma, por uma concepção da teoria da transposição didática, unidades de memória da informática é um conteúdo que transita entre instituições de ensino (livros didáticos de matemática) e instituições transpositivas (diretrizes curriculares, SI e CEI); é um conteúdo que se configura como saber a ensinar e saber ensinado. No entanto, nessa transição, a interpretação conceitual ou notação de unidades de memória da informática é equivocada. Em todos os livros didáticos de matemática observados, existe uma confusão em definir os prefixos e os nomes das unidades de medida de informação: ora definem o número representado por potências de base 2, ora representado por potências de base 10 para medir a informação (grandeza); ambas as bases preservam os mesmos prefixos do sistema métrico decimal do SI: quilo, mega, giga, etc. Conforme SI (2012) e CEI (2005),  $1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ B} = 1024 \text{ B}$  esta equivocado. O correto é:

$1 \text{ KB} = 10^3 \text{ B} = 1000 \text{ B}$ , onde B designa um byte ou  $1 \text{ KiB} = 2^{10} \text{ B} = 1024 \text{ B}$ , onde B designa um byte.

Concluimos que há convergência entre o que são sugeridos pelas diretrizes curriculares nacionais (BRASIL, 1998, 2011, 2013) e estadual (PERNAMBUCO, 2012), e os livros didáticos de matemática a respeito de unidades de memória da informática. Por outro lado, estas instituições de ensino mantêm divergências em relação às instituições transpositivas, SI (2012) e CEI (2005), quanto à definição de base numérica e/ou prefixos para a medição de informação.

## Referências Bibliográficas

### Livros Didáticos

DANTE, Luiz Roberto. **Projeto Teláris: Matemática**. 6º ano. 1 ed. São Paulo: Ática, 2012.

\_\_\_\_\_, Luiz Roberto. **Projeto Teláris: Matemática**. 7º ano. 1 ed. São Paulo: Ática, 2012.

\_\_\_\_\_, Luiz Roberto. **Projeto Teláris: Matemática**. 8º ano. 1 ed. São Paulo: Ática, 2012.

\_\_\_\_\_, Luiz Roberto. **Projeto Teláris: Matemática**. 9º ano. 1 ed. São Paulo: Ática, 2012.

LEONARDO, Fabio Martins de. **Projeto Arariba Matemática**. 6º ano. 3ª Ed. Editora Moderna, 2010.

\_\_\_\_\_. **Projeto Arariba Matemática**. 7º ano. 3ª Ed. Editora Moderna, 2010.

\_\_\_\_\_. **Projeto Arariba Matemática**. 8º ano. 3ª Ed. Editora Moderna, 2010.

\_\_\_\_\_. **Projeto Arariba Matemática**. 9º ano. 3ª Ed. Editora Moderna, 2010.

LOPES, Antônio José. **Matemática hoje é feita assim**. 6ºano. São Paulo: Editora FTD, 2012.

\_\_\_\_\_. **Matemática hoje é feita assim**. 7ºano. São Paulo: Editora FTD, 2012.

\_\_\_\_\_. **Matemática hoje é feita assim**. 8ºano. São Paulo: Editora FTD, 2012

\_\_\_\_\_. **Matemática hoje é feita assim**. 9ºano. São Paulo: Editora FTD, 2012.

ONAGA, Dulce Satiko; MORI,Iracema. **Matemática: ideias\_e\_desafios**. 6º ano. 17 ed: **Saraiva Livres Editores**, 2012a.

\_\_\_\_\_, Dulce Satiko; MORI,Iracema. **Matemática: ideias\_e\_desafios**. 7º ano. 17 ed: **Saraiva Livres Editores**, 2012b.

\_\_\_\_\_, Dulce Satiko; MORI,Iracema. **Matemática: ideias\_e\_desafios**. 8º ano. 17 ed: **Saraiva Livres Editores**, 2012c.

\_\_\_\_\_, Dulce Satiko; MORI,Iracema. **Matemática: ideias\_e\_desafios**. 9º ano. 17 ed: **Saraiva Livres Editores**, 2012d.

SOUZA, Joamir; PATARO, Patricia Moreno. **Vontade de saber Matemática**. 6º ano. São Paulo: FTD, 2012.

SOUZA. **Vontade de saber Matemática**. 7º ano.São Paulo: FTD, 2012.

SOUZA. **Vontade de saber Matemática**. 8º ano.São Paulo: FTD, 2012.

SOUZA, Joamir; PATARO, Patricia Moreno. **Vontade de saber Matemática**. 9º ano. São Paulo: FTD, 2012.

#### **Demais Referências**

ALMOULOUD, S. A. As transformações do saber científico ao saber ensinado: o caso do logaritmo. **Educar em revista**, Curitiba, n. 1, p. 191-210, 2011.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática – terceiro e quarto ciclo do ensino fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

\_\_\_\_\_. Guia de Livros Didáticos PNLD 2012: Matemática: ensino médio, Brasília: MEC, 2011.

\_\_\_\_\_. Guia de Livros Didáticos PNLD 2014: Matemática: anos finais do ensino fundamental, Brasília: MEC, 2013.

CHEVALLARD, Yves. **La transposition didactique et l'avenir de l'école**, 1996. Disponível em [http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id\\_article=6&var\\_recherche=La+transposition+didactique+et+l%92avenir+de+l%92%E9cole](http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=6&var_recherche=La+transposition+didactique+et+l%92avenir+de+l%92%E9cole) > Acesso em julho 2014.

CHEVALLARD, Yves. **La transposición didáctica: del saber sábio al saber enseñado**. Ed Aique, 1998. Disponível em: <http://www.uruguayeduca.edu.uy/Userfiles/P0001%5CFile%5Cchevallard.pdf> Acesso em janeiro 2014.

CHEVALLARD, Yves; BOSCH, Marianna & Gascón, Josep. **Estudar Matemática: elo perdido entre o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Editora ARTMED, 2001. CEI- Commission Electrotechnique Internationale Norme Internationale - 60027-2: 2005, 3ª edição, 2005.

LIMA, Paulo Figueiredo; BELLEMAIN, Paula Moreira Baltar. Um olhar sobre o tema grandezas e medidas no ensino fundamental. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 3, p. 4-18, 2010.

MENDES, Herman do Lago. Os números binários nas instituições transpositivas: o caso das diretrizes curriculares. **EBRAPEM XVIII**. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Recife (PE), nov. 2014.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa**. 2ª edição. Belo Horizonte, Ed: Autêntica, 2008. p.1-38.

PERNAMBUCO. Parâmetros Curriculares de Matemática para o ensino fundamental e médio, 2012.

POLIDORO, L. D. F.; STIGAR, R. La transposición didáctica: el pasaje del saber científico para el saber escolar. **Ciberteologia - Revista de Teologia & Cultura**, v. 27, 2010.

ROQUE, Tatiana. **História da Matemática: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas**: Rio de Janeiro. Ed: Zahar, 2012.

SI: SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES. Traduzido de: Le Système international d'Unités: Duque de Caxias, RJ: INMETRO/CICMA/SEPIN, 2012.