

A infraestrutura dos laboratorios de informática e a viabilidade com software educativos gratuitos de matemática: survey em escolas públicas

Helton Tavares Hyppólito Junior¹, Aleandra da Silva Figueira-Sampaio¹

¹ Faculdade de Gestão e Negócios (FAGEN), Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Brasil

helton@ginf.ufu.br, aleandra@ufu.br

Recibido: 02/04/2017 | Aceptado: 08/12/2017

Resumo

Devido ao constante avanço tecnológico, faz-se necessário uma reflexão sobre as condições em que se encontram as escolas para a inclusão destes recursos em práticas docentes, particularmente em relação ao ensino de Matemática. O objetivo deste trabalho foi verificar a infraestrutura dos laboratórios de informática em escolas públicas e a viabilidade técnica com software educativos gratuitos para o ensino de Matemática. A pesquisa teve caráter descritivo e foi realizada em escolas públicas da rede municipal de ensino fundamental II em Uberlândia, sudeste do Brasil. No total foram 20 escolas, totalizando 23 laboratórios de informática. Foram realizadas visitas aos laboratórios de informática e analisados aspectos técnicos, físicos, ergonômicos e de segurança. Os resultados mostram uma infraestrutura satisfatória com aspectos técnicos, físicos e de segurança favoráveis ao desenvolvimento de práticas docentes de matemática. O ponto crítico está nos aspectos ergonômicos do mobiliário presente nos laboratórios. Quanto à viabilidade técnica, os recursos computacionais dos laboratórios atendem às exigências mínimas necessárias para a utilização dos software gratuitos de matemática disponíveis no catálogo online Web-Math.

Palavras chave: Software educativo gratuito; Matemática; Laboratório de informática; Ensino fundamental.

Cita Sugerida: H. T. Hyppólito Junior, A. S. Figueira-Sampaio, "A infraestrutura dos laboratorios de informática e a viabilidade com software educativos gratuitos de matemática: survey em escolas públicas" *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*, N° 20, pp. 28-39, 2017.

Licencia de distribución: Esta obra se distribuye bajo Licencia Creative Commons CC-BY-NC

Abstract

Due to the constant technological advance, it is necessary to reflect about the conditions that the schools find for the inclusion of these resources in teaching practices, particularly in relation to the teaching of Mathematics. The objective of this work was to verify the infrastructure of computer labs in public schools and the technical feasibility with free educational software for the teaching of Mathematics. The research had a descriptive character and was performed in public schools of the municipal elementary school in Uberlândia, southeastern Brazil. In total 20 schools, totaling 23 computer labs. Visits were made to the laboratory and analyzed technical, physical, ergonomic and safety aspects. The results showed a satisfactory infrastructure with technical, physical and security aspects favorable to the development of mathematical teaching practices. The critical point lies in the ergonomic aspects of the furniture present in the laboratories. As for the technical viability, the computational resources of the laboratories meet the minimum requirements necessary to use the free math software available in the online catalog Web-Math.

Keywords: Free educational software; Mathematic; Computer laboratory; Elementary school.

1. Introdução

Os métodos tradicionais de ensino tornaram-se insuficientes para garantir a motivação e a aprendizagem dos alunos [1, 2]. Na verdade, a atividade escolar está muito distante da realidade dos alunos. Muitas das situações cotidianas vivenciadas por eles, fora da escola, envolvem aparatos tecnológicos. Assim, de acordo com Valente [3], para envolver e

despertar nos alunos o gosto pela aprendizagem faz-se necessário uma reflexão sobre metodologias de ensino que incluam a utilização de recursos tecnológicos.

Particularmente em relação ao ensino de Matemática, são inúmeras as formas de utilização destes recursos pelos professores [4]. A partir do computador, é possível a compreensão de verdades matemáticas [5] que, para alguns, podem ser difícil pelos métodos tradicionais.

Mas infelizmente, segundo Amado e Carreira [6], os professores ainda encontram dificuldades em relação à utilização da tecnologia em suas aulas, de modo que o esforço para dotar as escolas de computadores e a produção de software educativo para matemática não possui a correspondência desejada nas práticas docentes.

No mercado são disponibilizados tanto software pagos quanto gratuitos. A acessibilidade das escolas aos software pagos é muito restrita, pois nem sempre a instituição de ensino tem disponível recursos financeiros para tais despesas. Diante do custo da aquisição, os software gratuitos são uma alternativa viável para a implantação de computadores nas escolas.

Os software educativos gratuitos, ou também chamado freeware, são disponibilizados gratuitamente e, diferentemente dos software livre ou de código aberto, não se têm acesso ao seu código fonte. Portanto, não podem ser alterados, apenas podem ser usados da maneira como foram disponibilizados na rede [8]. Há inúmeros software gratuitos que abordam diversos conteúdos para o ensino da Matemática [9,10,11,12].

Neste trabalho, considera-se software educativo o programa de computador ou recurso digital desenvolvido apenas com seu foco para a educação desde o planejamento e desenvolvimento. Portanto, alguns tipos de programas como editores de texto, imagens, entre outros, não se enquadram como software educativo, mesmo sendo usados amplamente em ambientes educacionais [7].

Considerando o apoio de computadores e software para tornar o ensino de matemática mais atraente e estimulador [13, 14, 15], surge o seguinte questionamento: As escolas possuem laboratórios de informática adequados para as práticas docentes? Os laboratórios possuem condições técnicas necessárias para a utilização de software educativos específicos? Na tentativa de analisar a real condição dos laboratórios de informática e contribuir para a realização de práticas docentes de matemática com software educativos, o objetivo deste trabalho foi verificar a infraestrutura destes laboratórios em escolas públicas e a viabilidade técnica com software educativos gratuitos para o ensino de Matemática.

2. Metodologia

A pesquisa foi de caráter descritivo e foi realizada em 20 escolas públicas da rede municipal de ensino fundamental II da cidade de Uberlândia, Brasil, sendo 19 escolas urbanas e uma da zona rural. Para manter o anonimato, a identificação das escolas e dos laboratórios de informática foi feita por letras do alfabeto. Em escolas com mais de um laboratório foi inserido um número após a identificação da letra. Sendo assim, três escolas foram representadas por letras e números, N1, N2, R1, R2, S1 e S2, e as demais escolas foram identificadas somente por letras, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, O, P, Q, T, totalizando 23 laboratórios de informática.

Nos laboratórios de informática foram analisados aspectos técnicos, físicos, ergonômicos e de segurança (Figura 1). Os dados foram anotados em um roteiro pré-definido. Quando havia um funcionário responsável pelos laboratórios, estes auxiliaram no preenchimento do roteiro. E se necessário, recorreu-se a gestores ou funcionários da secretaria. Para os dados destinados à internet, foi anotada a velocidade aproximada de conexão.

Para a medição dos aspectos de iluminação e temperatura foi utilizado um aparelho Anemômetro Termohigro Luxímetro Digital modelo Lutron LM-8000.

O nível de iluminância foi o parâmetro considerado para avaliar a iluminação do ambiente. As medições de iluminância foram realizadas em condições de iluminação artificial em diferentes pontos do laboratório. Em todas as medições, a proteção das janelas foi mantida para evitar a incidência de luz externa e as luminárias ficaram acesas durante a coleta de dados. Os valores apresentados se referem à média aritmética do número de medições.

A temperatura foi medida apenas no centro do laboratório, preferencialmente, sem a presença dos alunos e com os equipamentos de refrigeração desligados durante a medição.

Apenas nos laboratórios A, C, M e N1 a medição, tanto de iluminância quanto de temperatura, foi realizada com a presença de alunos e, conseqüentemente, os equipamentos de refrigeração ligados.

Na abordagem técnica para a viabilidade da utilização de software educativos gratuitos de matemática, foi feita uma análise das configurações mínimas necessárias quanto ao processador, memória, disco rígido e sistema operacional dos computadores (Figura 1). Foram analisados 32 software com arquivos de instalação disponíveis no catálogo online Web-Math [12].

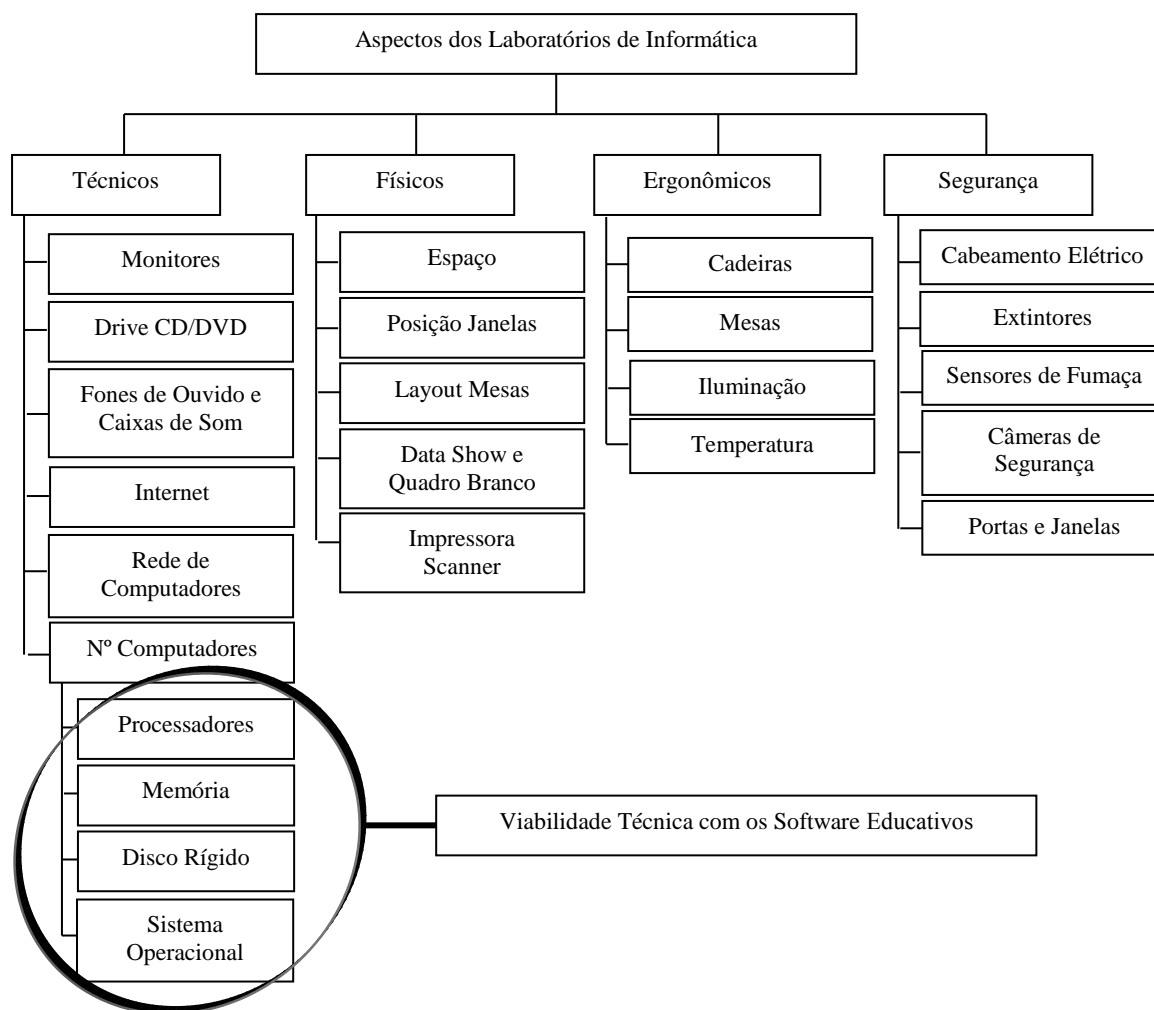


Figura 1. Esquema de pesquisa para os aspectos de infraestrutura dos laboratórios e da viabilidade com os software educativos

3. Resultados e Discussão

3.1 Aspectos Técnicos

Dentre os aspectos técnicos do laboratório de informática, os computadores foram o foco principal de análise. Além do interesse na quantidade de computadores fornecidos à escola, atenção também foi dada às configurações como modelo dos processadores, quantidade de memória RAM, quantidade de armazenamento do disco rígido, tipo do sistema operacional, modelo dos monitores, existência de drive CD/DVD, fones de ouvido, caixas de som, impressora/scanner, data show, internet e rede de computadores.

Em todos os laboratórios de informática, os computadores possuíam, basicamente, uma configuração padrão dependendo do sistema operacional instalado no computador, Windows 7 ou Linux Educacional (Tabela 1). Os computadores com o Windows 7 eram compostos por Processador AMD Sempron 3400 1,80 Giga-hertz, Disco Rígido de 160

Gigabytes e Memória RAM de 1 Gigabyte, exceto os laboratórios A e N1 com 1,5 Gigabytes e 512 Megabytes de Memória RAM, respectivamente. Para os computadores com o sistema operacional Linux, a configuração padrão era Processador Intel Celeron E1500 2,20 Giga-hertz, Disco Rígido de 160 Gigabytes e Memória RAM de 1 Gigabyte.

Os processadores Sempron e Celeron são de baixo custo [16]. Foi possível observar que os processadores nos computadores dos laboratórios das escolas públicas são os mais simples do mercado.

É importante destacar que oito computadores, todos no laboratório N1, eram mais potentes comparados com o restante das escolas e com os demais computadores do próprio laboratório. Eram computadores com Processador Intel Core I5 3330 3,0 Giga-hertz, Disco Rígido de 320 Gigabytes e Memória RAM de 2 Gigabytes. Esta configuração está muito acima do esperado para um laboratório de informática destinado ao setor educacional, já que este processador é mais caro em relação ao Celeron. O investimento ocorreu porque a escola é uma instituição grande e de referência

microrregional. O funcionário responsável pelo laboratório explicou que a prefeitura ficou de realizar o upgrade dos demais computadores. No entanto, isso ainda não ocorreu. Pôde-se observar que os governantes entendem a necessidade de atualização destes equipamentos também nas escolas.

Tabela 1. Quantidade de computadores por sistema operacional nos laboratórios de informática

Laboratório de Informática	Windows 7	Linux Educacional	Total
A	18	15	33
B	17	14	31
C	20	0	20
D	14	12	26
E	17	15	32
F	16	12	28
G	17	17	34
H	14	15	29
I	27	10	37
J	17	5	22
K	15	14	29
L	16	12	28
M	16	5	21
N1	17	0	17
N2	0	16	16
O	12	15	27
P	16	14	28
Q	14	12	26
R1	15	0	15
R2	0	31	31
S1	23	0	23
S2	0	28	28
T	15	14	29

Em relação ao desempenho dos computadores, independente do sistema operacional, a configuração estava entre baixa e mediana, pois seus processadores saíram de linha e possuem baixo poder de processamento. O mesmo se pode dizer quanto à memória RAM. Para os dias atuais os computadores possuíam pouca memória, o que pode fazer com que o

processamento de uma grande quantidade de dados demore mais que o normal. No entanto, estes computadores atendem de forma favorável as necessidades de um laboratório de informática no setor educacional, pois as aulas, normalmente, utilizam não mais que dois software numa mesma prática docente. Ou seja, um software educativo e outro auxiliar como aplicativos de edição de textos, imagens ou calculadora.

Os software gratuitos de matemática analisados foram agrupados em três diferentes categorias em função da maneira como devem ser executados no computador. Desta forma, neste trabalho as categorias foram denominadas de Portátil, Browser e Instalável. Os software Portáteis são aqueles que não necessitam de instalação prévia, ou seja, sendo necessário apenas que se execute o arquivo referente ao software para que o mesmo seja carregado. Já os software da categoria Browser são executados via navegadores Web. Estes software também não necessitam de instalação prévia, mas necessitam de conexão à internet e, alguns, usam a tecnologia Java para a execução do programa. Por fim, a categoria Instalável trata-se dos software que precisam ser instalados no computador antes de serem executados.

Quanto ao sistema operacional, os software na categoria Browser independe do sistema instalado. Já para os software das categorias Portátil e Instalável, a execução dos mesmos depende da compatibilidade entre o software e o sistema operacional utilizado no computador. Foi possível observar que os software classificados nestas duas últimas categorias dependem de sistemas operacionais como Windows (XP, Vista, 7), Linux ou MAC OS (Tabela 2).

Sendo que, todos os software da categoria Instalável possuíam compatibilidade com o sistema operacional Windows e apenas alguns com o sistema Linux, incluindo o Educacional utilizado nas escolas públicas.

Os software Portáteis possuíam compatibilidade total com o sistema Windows, porém não ao sistema Linux. A falta de arquivos portáteis compatíveis unicamente com o sistema operacional Linux inviabilizaria a utilização dos software gratuitos de matemática neste ambiente. Entretanto, é possível emular a execução nas máquinas Linux simulando o processamento em ambiente Windows, o que permite que estes software sejam utilizados nas aulas de matemática. O software Dr. Geo foi o único com arquivos disponíveis para ambos os sistemas operacionais.

Tabela 2. Especificação técnica dos software gratuitos de matemática

Software Gratuito	Categoria			Sistema Operacional
	Brower	Portátil	Instalável	
Árvores Algébricas	x			-
Borboletas	x	x		XP, Vista, 7
C.a.R. – Régua e Compasso			x	XP, Vista, 7, Linux
Círculo 0, 3, 21, 99	x			-
Criba de Eratóstenes	x			-
Diffy	x			-
Dr Geo		x		XP, Vista, 7, Linux
Fracciones Equivalentes	x			-
GeoGebra			x	XP, Vista, 7, Linux, Mac OS
Geometry 2.1		x		95, 98, ME, 2000, NT e XP
Geonext			x	95 SE, 98, 2000, XP, Vista, 7, Linux, Mac OS
Graficador	x			-
Graph			x	XP, Vista, 7
GrafEQ			x	2000, XP, Vista, 7, Mac OS
MathGV			x	XP, Vista, 7
Números Primos	x	x		XP, Vista, 7
Numeração Romana	x	x		XP, Vista, 7
Polígonos			x	XP, Vista, 7
Poly			x	XP, Vista, 7, Mac OS
Porcentajes	x			-
Raíces		x		XP, Vista, 7
Rompecabezas Pitagóricos	x			-
Shape Calculator		x		XP, Vista, 7
SpeQ Mathematics			x	95, 98, ME, 2000, NT, XP, Vista, 7
Tangram 32	x			-
Teorema de Pitágoras	x	x		XP, Vista, 7
Tic Tac Go	x			-
Triângulo		x		XP, Vista, 7
Trigonometria 1.1		x		XP, Vista, 7
Tux of Math Command			x	95, 98, ME, 2000, NT, XP, Vista, 7
Winggeom			x	95, 98, ME, 2000, NT, XP, Vista, 7
Winplot			x	95, 98, ME, 2000, NT, XP, Vista, 7

Como o Linux Educacional permite a funcionalidade multiterminal, os software que têm um apelo visual maior podem sobrecarregar o computador. O professor precisa considerar possível lentidão no carregamento de imagens ou, até mesmo, travamentos. Isso acontece porque a solução multiterminal permite acesso simultâneo de múltiplos usuários a um único computador.

Quanto aos Discos Rígidos, a maioria dos computadores possuía um tamanho padrão de 160 Gigabytes, que para o ambiente escolar pode ser considerado um tamanho aceitável para os programas instalados nos computadores. Apenas uma pequena fração do disco é utilizada para a instalação do sistema operacional e programas complementares como editores de texto e de imagem. No caso dos software gratuitos de matemática analisados isso também se aplica, uma vez que, a maioria não excedeu 2 megabytes de espaço no disco rígido.

Os computadores não estavam equipados com Drive CD/DVD, inviabilizando a instalação de software e o acesso a materiais disponíveis neste tipo de mídia. No entanto, todos os computadores possuíam portas USB, o que possibilita a utilização de pen drive e HD externo. Dessa forma, o responsável pelo laboratório ou os professores podem utilizar desses recursos para a instalação de software e para a manipulação de dados como por exemplo mover arquivos de um computador para outro.

Somente os laboratórios M e N1 disponibilizavam fones de ouvido. E não havia caixas de som em nenhum dos laboratórios de informática. De certa forma, os alunos não poderão usufruir dos recursos sonoros de multimídia disponíveis em materiais que venham a ser utilizados nas aulas. No entanto, a falta de avisos sonoros como, por exemplo, a assertividade ou erros em respostas, não inviabiliza a utilização de software no ensino de matemática.

Em todos os laboratórios de informática foram observados monitores de tela plana LCD de 15 polegadas. Uma das vantagens destes monitores é a otimização do espaço na mesa, uma vez que nas escolas as mesas precisam suportar monitores, gabinetes, estabilizadores, periféricos como mouse, teclado, e ainda fornecer espaço para acomodação dos materiais dos alunos. Geralmente, a distância entre o monitor e o aluno é muito pequena. A utilização de monitores de menor espessura faz com que se possa posicioná-los mais afastado do aluno, garantindo um melhor conforto visual.

A internet é mais um caminho no setor educacional para a construção e a apropriação do conhecimento. É possível ampliar espaços de sociabilidade e de aprendizagem, melhorar a leitura e a escrita, criar canais de comunicação e trocar conhecimentos diferenciados [17].

Desta forma, é fundamental ter uma boa conexão de internet com velocidade aceitável e estável para que não

interfira na prática docente, principalmente em laboratórios de informática que vários computadores são acessados ao mesmo tempo.

Todos os laboratórios de informática visitados tinham acesso à internet, mas nem todos com conexões confiáveis. Com exceção do laboratório M que possuía internet à Rádio, os demais laboratórios estavam equipados com internet ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line, Linha Telefônica Digital Assimétrica), bem mais confiável em termos de instabilidade do sinal. O laboratório M pertencia a escola da zona rural, afastada da cidade. O problema da internet à Rádio é a garantia da disponibilidade de acesso, podendo haver queda repentina de velocidade ou cortes por tempo indeterminado. Durante a visita ao laboratório, pôde-se notar que a conexão com a internet era lenta e com os 21 computadores tentando acessar uma página na internet ao mesmo tempo, a conexão se tornou ainda mais lenta.

Observou-se também que o laboratório M é o que tinha a menor velocidade de internet, justificada pela conexão via Rádio. Os demais laboratórios estavam com velocidade entre 2 e 4 megabits por segundo.

Sobre a conexão com a internet, há duas variáveis que influenciam a velocidade e a entrega de um serviço: a própria velocidade de conexão e o número de acessos simultâneos com requisições concorrentes na rede. Portanto, fica difícil dizer se a velocidade de conexão à internet é ou não aceitável. Esta afirmativa depende diretamente da demanda de requisições e da finalidade dos acessos (textos, fotos, vídeos, aplicações Web).

No caso dos software analisados e agrupados na categoria Browser (Tabela 2), que necessitam de conexão ativa com a internet, a utilização pode ser viável considerando a velocidade de conexão disponível nos laboratórios de informática, uma vez que estes software são simples, consomem pouco da disponibilidade de rede e demandam pouco tempo até serem carregados. Porém, poderá sim haver demora momentânea quando todos os computadores estiverem fazendo requisições ao mesmo tempo.

A conexão de rede Wi-Fi foi possível em todos os laboratórios. Neste caso, os computadores estavam equipados com placa de rede sem fio para conexão à rede/internet. Com a utilização de redes sem fio não há necessidade do cabeamento de rede passar por todo o laboratório, o que favorece a manutenção da rede. Em redes a cabo existe a possibilidade de que o fio pare de funcionar obrigando a substituição de toda a extensão do cabo, o que aumenta os custos no reparo.

Os laboratórios estavam equipados com um servidor de sistema operacional Windows 7 que permitia utilizar impressoras ou scanners, baixar conteúdos ou administrar uma apresentação no data show. A partir do servidor também era possível realizar manutenções e configurações de rede.

Os laboratórios de informática possuíam vários computadores com permissão de aluno e um computador

servidor com permissão de administrador de rede, todos suportados por uma rede sem fio.

3.2 Aspectos Físicos

Quanto aos aspectos físicos dos laboratórios de informática, foram observados o layout de mesas, o tamanho e o propósito do espaço físico, a posição das janelas, a presença de data show, quadro branco, impressora e scanner.

Quanto ao layout das mesas, todos os laboratórios, mesmo da única escola rural, estava organizado no formato em “U”. O Proinfo recomenda o formato em “U” para as escolas urbanas [18] e o padrão de uma fileira de computadores no fundo da própria sala de aula para as escolas rurais [19]. No entanto, essa questão de layout fica a critério das escolas beneficiadas.

No formato em “U”, os computadores estavam dispostos de maneira que os alunos ficam de frente para a parede, permitindo que o professor tenha uma visão do que os alunos estão fazendo no computador (Figura 2). Além da vantagem de acompanhar a condução das atividades pelos alunos [20, 21], o layout também contribui para o não problema com os fios à mostra pela sala e para a otimização do espaço físico [20]. Com a desvantagem de que os alunos sentados na mesa do fundo não possuem a visualização do quadro branco ou qualquer outro recurso visual na frente ou no meio da sala [20, 21].

Neste layout, em qualquer uma das mesas, os alunos ficam em uma posição desfavorável em relação ao professor. Para acompanhar as instruções da aula, o aluno desloca o tronco ou o pescoço em direção ao professor favorecendo hábitos posturais inadequados.



Figura 2. Layout em “U” de mesas e cadeiras

Em 43% dos laboratórios houve modificação no layout das mesas. Foi criada uma “linha” de mesa e cadeiras no meio do espaço em “U” (Figura 3), o que permitiu a acomodação de mais computadores. O que se observou nesta “linha” foram, preferencialmente, computadores com sistema operacional Linux, assim como alguns computadores sucateados e em desuso.

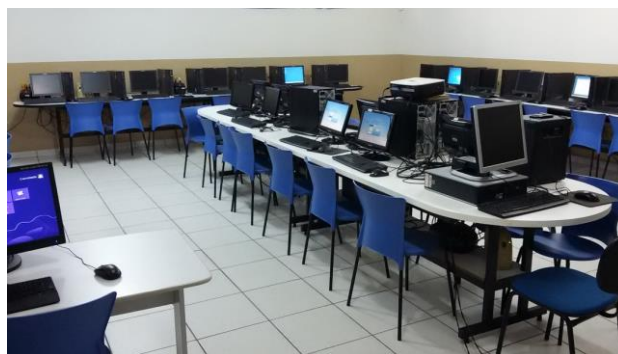


Figura 3. Layout em “U” com mesa no meio do espaço

Foi observado que 43,48% dos laboratórios pesquisados tiveram o espaço físico planejado para tal finalidade. Enquanto que o espaço físico dos 56,52% restantes foram adaptações de salas de aula desativadas (Tabela 3). Este último caso foi mais comum em laboratórios que pertenciam a escolas de menor porte ou que possuíam mais de um laboratório de informática.

O Programa Nacional de Tecnologia Educacional – Proinfo prevê normas de espaço e distância na instalação de computadores nos laboratórios de informática das escolas [18,19].

A maioria dos laboratórios de informática ocupava uma área entre 53 e 57 m² (Tabela 3). Apenas 52% dos laboratórios possuem o espaço recomendado pelo Proinfo de, no mínimo, 2 m² para cada computador instalado no laboratório [18,19], incluindo o laboratório N2 que apresentou a menor área observada. Apesar dos laboratórios G e I terem os maiores espaços físicos, 63,00 m² cada, eles não atendem a recomendação devido à grande quantidade de computadores para o espaço disponível.

A distância entre os computadores variou em função do diferente número de equipamentos. A quantidade de computadores por mesa era grande.

Em metade dos laboratórios foi observado que os computadores estavam muito próximos uns dos outros (Figura 4), não respeitando a distância de 1 m entre eles determinada pelo Proinfo [18]. Isso dificulta a acomodação de turmas numerosas e a manutenção dos próprios equipamentos.

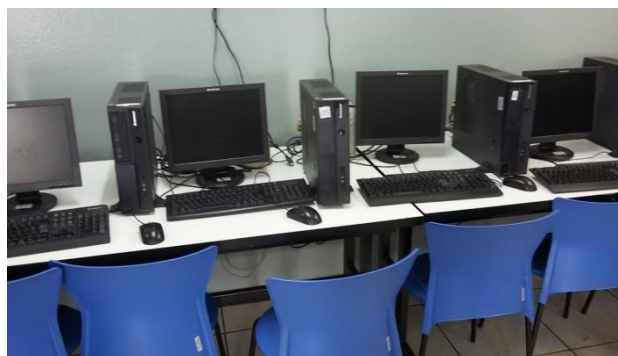


Figura 4. Proximidade dos computadores nas mesas

Tabela 3. Espaço físico e posição das janelas nos laboratórios de informática

Laboratório de informática	Adequação do espaço		Tamanho (em m ²)	Posição das janelas na parede	
	Sim	Não		Topo	No meio
A	x		56,80		x
B		x	56,00	x	
C		x	46,00		x
D	x		56,00	x	
E		x	45,50	x	
F	x		55,00	x	
G	x		63,00	x	
H		x	45,50	x	
I		x	63,00	x	
J		x	56,00	x	x
K	x		57,51	x	
L		x	48,00	x	
M		x	53,25	x	
N1	x		54,25	x	
N2	x		32,94	x	x
O		x	48,75	x	
P		x	56,00	x	
Q	x		56,00	x	
R1	x		42,00		x
R2	x		54,88		x
S1	x		56,00	x	
S2	x		56,00		x
T	x		42,00	x	

Observa-se que a disposição das mesas nos laboratórios não considerou o centro da sala. Em muitos laboratórios havia espaço central suficiente para a colocação de mesas, o que contribuiria para a redistribuição dos computadores e a liberação de espaço entre eles.

Na outra metade dos laboratórios, o ambiente proporcionava uma melhor acomodação dos alunos nas mesas. Inclusive, permitindo atividades com 2 ou 3 alunos num mesmo computador. De acordo com Figueira-Sampaio, Santos e Carrijo [22], esta estratégia de aula aproxima os alunos e cria um ambiente de mediação incentivado pelo trabalho em equipe e pela responsabilidade da dupla/trio em concluir a atividade.

Em algumas escolas, os gabinetes dos computadores foram colocados embaixo dos monitores (Figura 5), buscando ampliar o espaço na mesa inclusive para o apoio de cadernos e livros. Nas escolas com mais de um laboratório de informática, os computadores apresentaram uma distância mais aceitável.



Figura 5. Gabinetes posicionados abaixo dos monitores

A posição e o tamanho das janelas também foram fatores considerados na descrição física dos laboratórios de informática. Nos laboratórios pesquisados, as janelas estavam posicionadas em uma única parede. Sendo que, foram observadas janelas estreitas e posicionadas no topo da parede na maioria dos laboratórios. Nos demais, as janelas ocupavam uma área maior da parede se estendendo próximo à altura dos olhos dos alunos. É importante lembrar que em muitas escolas não houve planejamento para o posicionamento das janelas em função dos laboratórios ocuparem espaços construídos para outras finalidades.

Para os momentos expositivos, recursos como data show e quadro branco são muito úteis aos professores. De acordo com Oliveira e Rubin Filho [23], o data show facilita a visualização de imagens, animações didáticas e síntese de conteúdos; e melhora a interação aluno-professor.

Desta maneira, foi constatado que nos laboratórios havia tanto data show quanto quadro branco, com exceção do laboratório N2 que não tinha quadro branco. Na realidade, nem todos os data show estavam em funcionamento. Nos laboratórios G e N2, os responsáveis pelos laboratórios tentavam reaver os equipamentos de projeção que há tempo tinham ido para a manutenção.

Os scanners e as impressoras também são recursos aliados dos professores. É possível digitalizar e reproduzir materiais para as práticas docentes ou imprimir qualquer resultado de uma aplicação. O laboratório G foi o único que não apresentava os recursos.

3.3 Aspectos Ergonômicos

No quesito aspectos ergonômicos foram observadas as cadeiras utilizadas pelos alunos, as mesas com os computadores, a iluminação e a temperatura.

De acordo com a norma NBR 14006, que estabelece parâmetros mínimos nos aspectos ergonômicos, de acabamento, identificação, estabilidade e resistência em seis dimensões de cadeiras e mesas, a altura do assento das cadeiras, do ponto mais alto do assento ao solo, pode variar de 26,0 à 46,0 cm. E das mesas de 46,0 a 76,0 cm. Com tolerância de 1 cm para ambos os mobiliários [24].

Foi observado o mesmo tipo de cadeira em todas as escolas. As cadeiras possuíam estrutura fixa com quatro pés em aço tubular. O assento tinha formato arredondado, com 38,8 cm de diâmetro, e o encosto possuía 35,6 cm de altura por 45,6 cm de largura, ambos confeccionados em polipropileno copolímero na cor azul sem acolchoamento. A altura das cadeiras era de, aproximadamente, 44,5 cm do chão ao assento.

As mesas eram compridas e possuíam, aproximadamente, 76,5 cm de altura com largura suficiente para a colocação do monitor, do teclado e do gabinete do computador.

A altura das cadeiras dos laboratórios pesquisados atende, satisfatoriamente, aos alunos com estatura acima de 1,60 m. E a altura das mesas, considerando a tolerância permitida, atende aos alunos acima de 1,80 m. Portanto, os mobiliários dos laboratórios se apresentaram inadequados para atender as diferentes medidas antropométricas dos alunos. Uma vez que, a norma NBR 14006 [24] considera a disponibilidade de, no mínimo, cinco diferentes tamanhos de carteiras para os alunos do ensino fundamental.

Neste caso, o sistema de regulagem em mobiliários escolares é importante [25]. Pois a inadequação dos mobiliários, principalmente das cadeiras escolares, tem causado desconforto postural nos alunos [26]. Com o ajuste nas cadeiras é possível atender as variações de medidas antropométricas dos alunos do ensino fundamental.

A iluminação é outro aspecto importante num ambiente de estudo. Nos laboratórios de informática havia uma combinação de iluminação natural, por meio de janelas, e artificial, pela disposição de luminárias no teto dos laboratórios.

O desconforto nos olhos também tem sido fator de queixa pelos alunos [27]. A iluminância é um dos parâmetros no ambiente luminoso e está relacionada à percepção e à realização da tarefa visual de forma rápida, segura e confortável [28].

A norma NBR ISO 8995-1 prevê a iluminância média ideal em construções educacionais de, no mínimo, 300 lux. E para ambientes de ensino com computadores não abaixo de 500 lux, podendo ser reduzida em tarefas que tenham detalhes em alto contraste ou que o tempo de realização da tarefa seja curto [28]. Ao medir a iluminância do ambiente nos laboratórios, foi possível observar uma variação de 189 a 428 lux de um laboratório para outro. Sendo que, somente os laboratórios B, G, I e M, ou seja, apenas 17% apresentaram iluminância abaixo do nível mínimo recomendado na norma (Figura 6).

Considerando o tempo que os alunos permanecem nos laboratórios, geralmente não mais que duas aulas seguidas, e a iluminância mínima em edificações educacionais, observa-se que a iluminância presente não é um fator que possa atrapalhar a realização de

atividades com turmas de alunos nos laboratórios de informática.

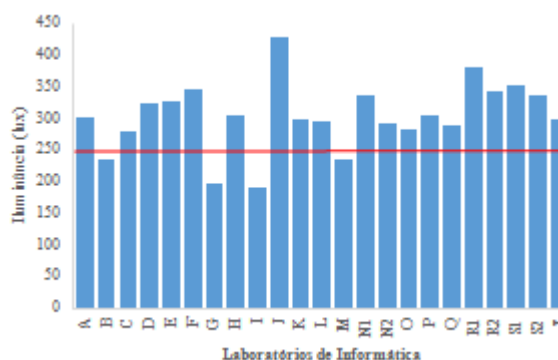


Figura 6. Iluminância (em lux) dos laboratórios de informática

O ofuscamento da visão é outro parâmetro considerado no projeto de iluminação que, geralmente, é causado por luminárias brilhantes ou janelas [28]. Para evitar o excesso de iluminação, as salas devem ter lâmpadas fluorescentes com interruptores independentes e janelas com cortinas ou persianas [18].

Em todos os laboratórios, as luminárias estavam com lâmpadas fluorescentes. E na tentativa de controlar a incidência da luz natural e evitar o reflexo nos monitores, as escolas adotaram cortinas, colocaram papelões ou pintaram com cores escuras os vidros das janelas. Essas medidas asseguraram uma iluminação adequada que, de acordo com Silva [29], propicia um ambiente agradável e favorece o desempenho dos alunos no processo de ensino-aprendizagem.

Quanto à temperatura, o Proinfo [18] indica a instalação de um ar-condicionado de 18.000 BTU's para manter o ambiente a menos de 30°C garantindo o conforto dos alunos e a vida útil dos equipamentos.

O desconforto térmico no ambiente escolar afeta a concentração, a memória [30, 31], a saúde e o rendimento escolar dos alunos [32].

Nos laboratórios foram instalados dois ares condicionados com capacidade de 9.000 BTU's cada um, com exceção dos laboratórios J e N2. Nestes laboratórios foi observada a presença de ventiladores de parede para produzir fluxo de ar no ambiente e ajudar nos casos de elevação da temperatura.

Em condições naturais, as temperaturas registradas foram inferiores à 26°C, mesmo nos quatro laboratórios que estavam com turma de alunos e o ar-condicionado ligado. Portanto, com o auxílio dos equipamentos de resfriamento, as temperaturas podem ficar próximas dos 30°C considerando a presença de alunos.

3.4 Aspectos de Segurança

Como os equipamentos que compõem o laboratório de informática são caros, é inevitável investir em itens de segurança. A presença de cabeamento elétrico exclusivo

para o laboratório, extintor de incêndio, sensor de fumaça e câmeras de segurança é indispensável. O ambiente também precisa estar equipado com portas e janelas seguras.

Embora se tenha constatado que o cabeamento elétrico fosse exclusivo para suportar somente os equipamentos do laboratório, não se pode descartar a possibilidade de pequenos incêndios devido ao superaquecimento dos computadores. Sendo assim, é imprescindível a presença de extintores de incêndio. A ausência deste item de segurança foi observada somente em 12,5% dos laboratórios.

O sensor de fumaça é mais um recurso no sistema de segurança que pode salvar vidas e proteger o patrimônio. Em nenhum dos laboratórios de informática foi observada a presença do equipamento.

Entretanto, em todos os laboratórios havia a presença de câmeras de segurança. Este equipamento é um aliado no monitoramento e na visualização do que ocorre no local. É possível proteger o patrimônio da escola, principalmente quando se encontram equipamentos de alto custo e de fácil transporte como nos laboratórios de informática. O furto ou dano poderia inviabilizar a utilização por tempo indeterminado.

O acesso à maioria dos laboratórios era por uma porta de madeira com fechadura que tinha acoplada uma estrutura de metal fechada por cadeados. As janelas eram de porte pequeno construídas no meio ou na parte de cima da parede.

As medidas de segurança adotadas pelas escolas parecem ser suficientes para manter os laboratórios seguros. Até porque não houve qualquer comentário pelos responsáveis de incidentes nos locais.

Com a presença ou não de itens de segurança, as escolas precisam orientar os alunos para boas práticas de utilização para garantir a segurança dos laboratórios de informática.

Conclusão

A infraestrutura dos laboratórios de informática é parcialmente satisfatória. Quanto aos aspectos técnicos e físicos, os laboratórios apresentam condições favoráveis para o desenvolvimento de práticas docentes de matemática. Com alerta para a distância dos computadores nas mesas que pode tornar a acomodação dos alunos apertada e desconfortável. No entanto, o ponto crítico está nos aspectos ergonômicos do mobiliário, pois em todas as escolas este quesito vem sendo desconsiderado pelos órgãos responsáveis.

Em termos de configuração dos computadores, os laboratórios atendem a demanda dos software. Em todas as escolas, os computadores processam os software educativos gratuitos de matemática contemplados no trabalho. Apesar de que, alguns software via Web

possam ficar com o desempenho lento em função da velocidade da internet.

Desse modo, os programas governamentais nacionais para distribuição de computadores às escolas públicas têm fornecido máquinas compatíveis para a utilização de software gratuitos de matemática.

Em todos os aspectos envolvidos no processo de ensino, os estruturais parecem não ser o motivo para o não uso dos laboratórios de informática como um recurso didático em práticas docentes de matemática.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

- [1] R. Castoldi, C. A. Polinarski. A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. In: Anais do Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, páginas 684-692, 2009.
- [2] M. C. Ricoy, M. J. V. S. Couto. Os recursos educativos e a utilização das TIC no ensino secundário na matemática. Revista Portuguesa de Educação, 25(2):241-262, 2012.
- [3] J. A. Valente. A comunicação e a educação baseada no uso das tecnologias digitais de informação e comunicação. Revista UNIFESO – Humanas e Sociais, 1(1):141-166, 2014.
- [4] R. F. Carneiro, C. L. B. Passos. A utilização das tecnologias da informação e comunicação nas aulas de matemática: limites e possibilidades. Revista Eletrônica de Educação, 8(2):101-119, 2014.
- [5] C. A. Merlo, R. T. Assis. O uso da informática no ensino da Matemática. REUNI - Revista Unijales, 5(4):1-27, 2010.
- [6] N. Amado, S. Carreira. Utilização pedagógica do computador por professores estagiários de Matemática – diferenças na prática da sala de aula. In do Encontro de Investigação em Educação Matemática, Vieira de Leiria, páginas 276-289, 2008.
- [7] P. S. Bassani, L. M. Passerino, P. R. Pasqualotti et al. Em busca de uma proposta metodológica para o desenvolvimento de software educativo colaborativo. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação, 4(1):1-10, 2006.
- [8] R. Santos, A. B. Loreto, J. L. Gonçalves. Avaliação de softwares matemáticos quanto a sua funcionalidade e tipo de licença para uso em sala

- de aula. REnCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática. 1(1):47-65, 2010.
- [9] T. C. A. Nogueira, M. C. S. A. Cardoso, A. S. Figueira-Sampaio et al. Software educativos gratuitos para o ensino de Matemática. In Anais do Congresso Internacional de Informática Educativa - TISE, Porto Alegre, páginas 483-486, 2013.
- [10] A. S. Figueira-Sampaio, E. E. F. Santos, G. A. Carrijo. Mapping free software used to teach measurement and proportion. In Anais do Congresso Internacional de Informática Educativa - TISE, Fortaleza, páginas 452-456, 2014.
- [11] E. E. F. Santos, A. S. Figueira-Sampaio, G. A. Carrijo. Mapping free educational software used to develop geometric reasoning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 182:136-142, 2015.
- [12] H. T. Hyppólito Junior, J. L. F. Cassiano, A. S. Figueira-Sampaio et al. Web-Math: catálogo online com software educativos gratuitos de Matemática. In Anais do Congresso Internacional de Informática Educativa - TISE, Porto Alegre, páginas 692-694, 2013.
- [13] I. L. Parellada, S. E. Rufini. O uso do computador como estratégia educacional: relações com a motivação e aprendizado de alunos do ensino fundamental. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 26(4):743-751, 2013.
- [14] R. F. Carneiro, C. L. B. Passos. A utilização das tecnologias da informação e comunicação nas aulas de matemática: limites e possibilidades. *REVEDUC - Revista Eletrônica de Educação*, 8(2):101-119, 2014.
- [15] S. M. S. Iunes, G. L. Santos. Contratos e destratos entre informática e educação matemática. *Ciência & Educação*, 19(2):293-305, 2013.
- [16] C. E. Morimoto. *Hardware II, o guia definitivo*. Sul Editores, Porto Alegre, 2010.
- [17] L. R. G. Alves. Conhecimento e Internet: uma construção possível? *Revista de Educação da Faculdade de Educação - FEBA*, 1(1):91-108, 2000.
- [18] Secretaria de Educação a Distância. *Cartilha Proinfo Urbano: recomendações para a montagem de laboratório de informática nas escolas urbanas*. Ministério da Educação, Brasília, 2009.
- [19] Secretaria de Educação a Distância. *Cartilha Proinfo Rural: recomendações para a montagem de laboratório de informática nas escolas rurais*. Ministério da Educação, Brasília, 2009.
- [20] I. Grippa. *Implantação e administração de laboratórios de informática para escolas de ensino médio*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, ago 2002.
- [21] J. B. Cruz. *Laboratórios*. Universidade de Brasília, Brasília, 2009.
- [22] A. S. Figueira-Sampaio, E. E. F. Santos, G. A. Carrijo. A constructivist computational tool to assist in learning primary school mathematical equations. *Computers & Education*, 53(2):484-492, 2009.
- [23] A. M. Oliveira, C. J. Rubin Filho. Uso pedagógico do data show no ensino de ciências. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE, Governo do Estado, Paraná. 2013.
- [24] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 14006: móveis escolares: assentos e mesas para conjunto aluno de instituições educacionais*. Rio de Janeiro, 2003.
- [25] A. R. P. Moro. Ergonomia da sala de aula: constrangimentos posturais impostos pelo mobiliário escolar. *Revista Digital - Buenos Aires*, 10(85): 1-6, 2005.
- [26] G. R. Siqueira, A. B. Oliveira, R. A. G. Vieira. Inadequação ergonômica e desconforto das salas de aula em instituição de ensino superior do Recife-PE. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, 21(1):19-28, 2008.
- [27] L. E. Rocha, R. A. Casarotto, L. Sznelwar. Uso de computador e ergonomia: um estudo sobre as escolas de ensino fundamental e médio de São Paulo. *Educação e Pesquisa*, 29(1):79-87, 2003.
- [28] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR ISO/CIE 8995-1: iluminação de ambientes de trabalho*. Rio de Janeiro, 2013.
- [29] C. M. C. Silva. A importância da iluminação no ambiente escolar. *Revista Especialize On Line*, 1(9):1-17, 2014.
- [30] M. C. J. A. Nogueira, L. C. Durante, J. S. Nogueira. Conforto térmico na escola pública em Cuiabá-MT: Estudo de Caso. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 14:37-49, 2005.
- [31] E. C. Batiz, J. Goedert, J. J. Morsch et al. Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória. *Produção*, 19(3):477-488, 2009.
- [32] F. S. Castro, F. P. Oliveira, R. A. Costa. Conforto térmico como indicador de aprendizagem em escolas de Ituiutaba-MG. *Revista Geonorte*, 3(8):121-132, 2012.

Información de Contacto de los Autores:

Helton Tavares Hyppólito Junior

Av. João Naves de Ávila, 2121
Universidade Federal de Uberlândia, UFU
Uberlândia/MG
Brasil
e-mail: helton@ginf.ufu.br

Aleandra da Silva Figueira-Sampaio

Av. João Naves de Ávila, 2121
Universidade Federal de Uberlândia, UFU
Uberlândia/MG
Brasil
e-mail: aleandra@ufu.br

Helton Tavares Hyppólito Junior

Graduado em Gestão da Informação pela Faculdade de Gestão e Negócios – FAGEN na Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

Aleandra da Silva Figueira-Sampaio

Professora da Faculdade de Gestão e Negócios – FAGEN na Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Pesquisas com foco em tecnologia educacional no ensino de matemática e tecnologia da informação no agronegócio.
