



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DANILO RODRIGUES PEREIRA DA SILVA

**ESTAÇÕES DE APRENDIZAGEM EM PÉ PARA REDUZIR
COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO NA ESCOLA:
EFETIVIDADE, POTENCIALIDADES, ACEITABILIDADE E
FATORES ASSOCIADOS**

Londrina
2017

DANILO RODRIGUES PEREIRA DA SILVA

**ESTAÇÕES DE APRENDIZAGEM EM PÉ PARA REDUZIR
COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO NA ESCOLA:
EFETIVIDADE, POTENCIALIDADES, ACEITABILIDADE E
FATORES ASSOCIADOS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física - UEM/UEL, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Edilson S. Cyrino
Co-orientador: Prof. Dr. David Ohara
Supervisor: Prof. Dr. Luís B. Sardinha

Londrina
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Silva, Danilo Rodrigues Pereira da.

Estações de aprendizagem em pé para reduzir comportamento sedentário na escola: efetividade, potencialidades, aceitabilidade e fatores associados / Danilo Rodrigues Pereira da Silva. - Londrina, 2017.
110 f.

Orientador: Edilson Serpeloni Cyrino.

Coorientador: David Ohara.

Coorientador: Luís Bettencourt Sardinha.

Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Estilo de Vida Sedentário - Tese. 2. Atividade Motora - Tese. 3. Saúde Escolar - Tese. 4. Standing desk - Tese. I. Cyrino, Edilson Serpeloni. II. Ohara, David. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. IV. Título.

DANILO RODRIGUES PEREIRA DA SILVA

**ESTAÇÕES DE APRENDIZAGEM EM PÉ PARA REDUZIR
COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO NA ESCOLA:
EFETIVIDADE, POTENCIALIDADES, ACEITABILIDADE E FATORES
ASSOCIADOS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física UEM/UEL, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Enio Ricardo Vaz Ronque
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Marcelo Romanzini
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. José Cazuza de Farias Júnior
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Prof. Dr. Mauro Virgílio Gomes de Barros
Universidade de Pernambuco - UPE

Londrina, 03 de Março de 2017.

Dedico este trabalho aos meus pais, Antonio e Rosa. Não apenas, mas, sobretudo, pelas condições privilegiadas de vida que sempre me proporcionaram.

AGRADECIMENTOS

Sou grato a muitas pessoas pelos quatro anos (ou pelo menos mais seis, entre a graduação e o mestrado) que culminaram neste produto. Certamente, essa trajetória não teria sido tão prazerosa e o trabalho aqui apresentado não seria possível se não fosse a ajuda de muitas pessoas.

Inicialmente, agradeço os meus pais por me oferecerem todas as condições para a concretização deste sonho. Em todas as fases da minha vida tive o apoio (emocional, afetivo e financeiro) irrestrito deles. Agradeço a minha irmã por todo o carinho que sempre teve comigo, por me incentivar a estudar e a escolher o curso de Educação Física. De fato, me sinto privilegiado pela estrutura familiar que tive e tenho.

À Ketlin, COMPANHEIRA de todas as horas, por estar comigo e me apoiar em todos os momentos. Todo o processo foi facilitado por ter uma pessoa tão especial ao meu lado. Agradeço também à toda a família Yamamoto Ceranto por ser minha segunda casa e me receberem sempre tão bem.

À Universidade Estadual de Londrina, por ter sido minha casa nos últimos 11 anos. Tenho muito orgulho de ter cursado graduação, mestrado e doutorado nesta instituição. Em especial, agradeço à todos os funcionários do Centro de Educação Física e Esporte, pela convivência saudável e por sempre estarem dispostos a ajudar.

Ao Prof. Edilson, pela orientação e amizade ao longo dos últimos nove anos. Por ensinar mais com exemplos do que com palavras e por guiar tão bem todo o meu processo de formação. Devo muito do que eu sou hoje à paciência e confiança do Prof. Edilson.

À todos os membros que fizeram a história do Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GPEMENE/UEL). Todos eles, direta e indiretamente, contribuíram para a minha formação e para a concretização deste trabalho. Em especial, agradeço à Aline Gerage, por ter sido a primeira pessoa a sentar do meu lado para me ajudar a escrever um trabalho científico. Ao David Ohara, por ser um grande amigo, exemplo de pessoa íntegra, e por me ajudar com os primeiros trabalhos acadêmicos. Ao Douglas Dias, por ter me influenciado com sua criticidade e por transmitir sua paixão pela Epidemiologia de uma forma tão contagiante. Ao Alex Ribeiro, por ter sido um grande amigo e parceiro nos primeiros

trabalhos publicados. Ao Matheus Amarante, por ter sido um grande companheiro, dentro e fora da universidade, durante esses anos. Ao André Werneck, por sua dedicação, amizade e por ser um parceiro de trocas de ideias e produção científica.

Um agradecimento muito especial ao Prof. Luís Sardinha, por ter me recebido em Lisboa, pela atenção e confiança, e por viabilizar a execução deste projeto de pesquisa. Também agradeço aos demais membros do Laboratório de Exercício e Saúde e aos diferentes setores da Faculdade de Motricidade Humana (ULISBOA/Portugal) que me acolheram tão bem durante o estágio de doutorado sanduíche. À todos os funcionários e alunos da Escola Secundária Eça de Queirós; em especial, à diretora Prof. Maria José, por autorizar a realização e sempre apoiar nosso projeto. Ao Fernando Pinto, por ter sido um grande companheiro de “equipa” e acreditar no meu trabalho. Por último, mas não menos importante, gostaria de expressar minha eterna gratidão à Cláudia Minderico! A Cláudia fez a sua família se tornar a nossa família em Portugal. Recebeu-nos como eu nunca tinha sido recebido, mesmo no Brasil. Enfim, foi, de fato, uma Madrinha. Sem dúvida, a nossa experiência não teria sido tão positiva se não fosse a Cláudia.

À Cleide Vilauta, por ter sido uma grande companheira ao longo do mestrado e doutorado. Por confiar no meu trabalho e me oportunizar atuar junto ao Programa Segundo Tempo. Essa experiência foi uma grande oportunidade de crescimento pessoal e profissional que levarei para sempre comigo.

Aos Profs. Enio Ronque e Marcelo Romanzini, por terem sido importantes desde a minha graduação e por aceitarem o convite para compor a banca avaliadora deste trabalho. Aos Profs. Mauro Barros e José Cazuzza, por serem grandes exemplos na luta para a efetiva promoção da atividade física no Brasil, por aceitarem avaliar este trabalho, deixando suas famílias por três dias para viajar mais de três mil quilômetros para a defesa da tese.

À CAPES e ao CNPq pelas bolsas de doutorado e doutorado sanduíche, respectivamente, a mim outorgadas. Esse auxílio foi fundamental para a dedicação exclusiva e condução exitosa de todo o processo que culminou neste trabalho. Espero, sinceramente, dar um retorno à altura à sociedade brasileira.

Enfim, reconheço que este espaço é pequeno, de modo que muitas outras pessoas aqui não citadas contribuíram para este trabalho. Peço desculpas e deixo o meu agradecimento. À todos, MUITO OBRIGADO!

Silva, Danilo Rodrigues Pereira. **Estações de aprendizagem em pé para reduzir comportamento sedentário na escola: efetividade, potencialidades, aceitabilidade e fatores associados.** 2017. 110f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Centro de Educação Física e Esporte. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

RESUMO

O aumento do nível de atividade física e a redução do comportamento sedentário em jovens são grandes desafios da área de saúde pública. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar a aceitabilidade, bem como os efeitos comportamentais e cognitivos do uso de estações de aprendizagem de altura ajustável no ambiente escolar, durante as aulas, em adolescentes. Quarenta e nove adolescentes de 11 a 13 anos, estudantes do 6º ano de uma escola de Lisboa, Portugal, foram separados por conveniência em dois grupos (intervenção: n = 22 e controle: n = 27). A intervenção teve a duração de 16 semanas e foi centrada na substituição das mesas tradicionais de sala de aula por estações de aprendizagem de altura ajustável. Ações específicas direcionadas ao ambiente social (pais e professores) foram conduzidas na tentativa de otimizar a adaptação ao novo ambiente de sala de aula. Um conjunto de testes e medidas foi utilizado para análise do comportamento sedentário, atividade física e cognição, antes e após o período de intervenção. Opiniões e percepções dos professores, alunos e pais foram coletadas em momentos específicos. Redução do tempo sedentário no ambiente escolar [intervenção: -37,6 min/9h (-69,7;-5,5) vs. controle: +11,9 min/9h (-3,7;27,5)], sem efeito compensatório fora da escola [intervenção: -34,9 min/d (-82,2; 12,4) vs. controle: +31,6 min/d (9,6; 53,5)] e algumas alterações negativas na cognição [memória operacional (intervenção: +18% vs. controle: +42%)] e inteligência não-verbal (intervenção: -14% vs. controle: +4%)] foram observados, contudo, sem influência no desempenho acadêmico. A maior parte dos professores (89%) e pais (59%) indicaram boa aceitabilidade ao novo mobiliário de sala de aula. Por outro lado, a maioria dos alunos (73%) reportaram não ter vontade de continuar usando as estações de aprendizagem de altura ajustável após o período de intervenção. Os resultados sugerem que a substituição das mesas tradicionais de sala de aula por estações de aprendizagem de altura ajustável pode contribuir para a redução do tempo sentado durante as aulas, sem efeito compensatório fora da escola. Adicionalmente, 16 semanas de intervenção não foram suficientes para modificar o desempenho acadêmico.

Palavras-chave: Estilo de Vida Sedentário. Atividade Motora. Saúde Escolar.

Silva, Danilo Rodrigues Pereira. **Classroom standing desks to reduce sedentary behavior at school: effectiveness, potentialities, acceptability and correlates.** 2017. 110p. Thesis (PhD in Physical Education) - Physical Education and Sport Centre. State University of Londrina, Londrina, 2017.

ABSTRACT

The increase of physical activity and reduction of sedentary behavior among youth are major challenges of public health field. Thus, the aim of this study was to verify the acceptability and the behavioral and cognitive effects of active-permissive desks at school among adolescents. Forty-nine adolescents aged between 11 and 13 years-old, students of 6th grade of a school in Lisbon, Portugal, were separated in intervention group (n = 22) and control group (n = 27). The intervention take place over 16 weeks and was focused on the replacement of traditional classroom desks for standing desks. Specific actions were conducted to social environment (parents and teachers) in order to optimize the adaptability with the new classroom furniture. A set of tests and measures were adopted to analyse sedentary behavior, physical activity and cognition outcomes, before and after the intervention period. Opinions/perceptions of teachers, students and parents were collect at specific moments. Reductions in sedentary time at school [intervention: -37.6 min/9h (-69.7 to -5.5) vs. control: +11.9 min/9h (-3.7 to 27.5)], with no compensatory effect outside school [intervention: -34.9 min/d (-82.2 to 12.4) vs. control: +31.6 min/d (9.6 to 53.5)] and some negative changes in cognition [operational memory (intervention: +18% vs. control: +42%)] and non-verbal intelligence (intervention: -14% vs. control: +4%) were observed, however with no changes in academic performance. The majority of teachers (89%) and parents (59%) indicated good acceptability of new classroom furniture, but most students (73%) reported that they did want to continue using the standing desks after the intervention. The results suggest that replacing traditional classroom desks through standing desks could contribute to the sedentary time reduction at school, with no compensatory effect outside school. In addition, 16 weeks of intervention were insufficient to change academic performance.

Keywords: Sedentary Lifestyle. Motor Activity. School Health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Visão geral do estudo.....	30
Figura 2	–	Sampling flow diagram	38
Figura 3	–	Distribution of the week and weekend whole-day (24h) before and after 16 wk follow-up in both.....	43
Figura 4	–	School and outside school time use before and after 16 wk follow-up according groups	44
Figura 5	–	Week (total, school and outside school) and weekend time distribution by conditions	54
Figura 6	–	Sampling flow diagram	62
Figura 7	–	Corsi block-tapping test results (span and total score) pre and post 16 weeks of intervention in both groups	66
Figura 8	–	Stroop Color test results (reaction time and accuracy) pre and post 16 weeks of intervention in both groups	67
Figura 9	–	Relative changes in d2 test and Raven matrices performance after 16 weeks of intervention in both groups.....	67
Figura 10	–	Flow diagram of the study	75
Figura 11	–	Layout of the intervention classroom.....	76
Figura 12	–	Reported intention to continue using classroom standing desks by students (n = 22), parents (n = 29) and teachers (n = 9)	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das intervenções com estações de aprendizagem que permitem o trabalho em pé durante as aulas em crianças e adolescentes	15
Tabela 2 – Baseline characteristics of the sample	41
Tabela 3 – Mean changes (95% confidence interval) in behavior variables in week and weekend after 16 weeks of follow-up	42
Tabela 4 – Descriptive characteristics of the sample (n = 17).....	52
Tabela 5 – Week (total, school time and outside school) and weekend behaviors according conditions (n = 17).....	53
Tabela 6 – Baseline characteristics of the sample	65
Tabela 7 – Mean changes (confidence interval 95%) in academic achievement and cognition tests after 16 weeks of follow-up according experimental groups	66
Tabela 8 – General characteristics of the sample in baseline	77
Tabela 9 – Perception of students and teachers regarding to the classroom standing desks use.....	78
Tabela 10 – Academic, social and behavioral characteristics of students reported by parents before and after 16 weeks of classroom standing desks intervention.....	79
Tabela 11 – Dimensions reported by students, parents and teachers about the standing desks intervention on school setting determinants	81

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	23
3	METODOLOGIA	24
3.1	ESTRUTURA DA TESE DE DOUTORADO	24
3.2	VISÃO GERAL DO PROJETO	24
3.3	PROTOCOLO EXPERIMENTAL	25
3.3.1	Delineamento	25
3.3.2	Amostra	26
3.3.3	Intervenção.....	26
3.3.4	Avaliações	31
3.3.5	Análise estatística.....	34
4	RESULTADOS	35
4.1	ARTIGO 1	35
4.2	ARTIGO 2	48
4.3	ARTIGO 3.....	59
4.4	ARTIGO 4.....	72
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
	REFERÊNCIAS	90
	APÊNDICES	99
	APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	100
	APÊNDICE B – Questionário aplicado aos alunos.....	102
	APÊNDICE C – Questionário aplicado aos pais ou responsáveis.....	104
	APÊNDICE D – Questionário aplicado aos professores	106
	APÊNDICE E – Instruções para o uso dos sensores de movimento.....	108

1 INTRODUÇÃO

A redução do nível de atividade física, principalmente ao longo das últimas quatro décadas, tem sido identificada em diferentes populações, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento (HALLAL et al., 2012). Mais recentemente, pesquisadores têm se preocupado em analisar um novo paradigma da área de saúde pública associado ao comportamento sedentário (BIDDLE et al., 2016; HAMILTON et al., 2008; OWEN et al., 2010).

Definido como qualquer comportamento adotado durante o período de vigília e sendo caracterizado por um dispêndio energético $\leq 1,5$ METs, na posição sentada ou deitada (SEDENTARY BEHAVIOUR RESEARCH NETWORK, 2012), a análise do comportamento sedentário tem atraído a atenção da comunidade científica, visto que as recomendações atuais de atividade física (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010) são bastantes limitadas ao considerarem apenas 2% ou 4% do dia de adultos e crianças, respectivamente, desconsiderando as atividades realizadas no restante do dia (TREMBLAY et al., 2016). Portanto, mesmo sendo considerado "ativo fisicamente", de acordo com as recomendações vigentes, uma pessoa, por adotar um comportamento tipicamente sedentário no restante do dia, pode apresentar um risco aumentado para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (PANDEY et al., 2016). Apesar de ainda não haver consenso na literatura, há indicativos de que tal risco pode até mesmo ser superior àquele de um sujeito "fisicamente inativo", mas que apresenta uma quantidade de tempo acumulado menor em comportamento sedentário ao longo do dia (BISWAS et al., 2015; SANTOS et al., 2014). Assim, inatividade física e comportamento sedentário, enquanto importantes fatores de risco à saúde, devem ser considerados comportamentos independentes.

Em uma meta-análise recente, Ekelund et al. (2016) identificaram que uma elevada quantidade de atividade física diária de intensidade moderada (60-75 minutos), apesar de eliminar o efeito negativo do tempo total sentado, não foi suficiente para eliminar o efeito negativo do tempo em frente à televisão, em adultos e idosos. Para além da análise da quantidade total, o padrão do tempo despendido em comportamento sedentário parece ser fundamental para sua análise em termos de risco à saúde, de modo que longos e ininterruptos períodos de comportamento

sedentário estão relacionados com maior risco para a desenvolvimento de algumas doenças crônicas (DEMPSEY et al., 2014; DUNSTAN et al., 2012).

Em jovens, existem indicativos de que o tempo em frente à televisão e o tempo sedentário total estão relacionados com importantes desfechos biológicos, como excesso de peso e baixa aptidão cardiorrespiratória (VAN EKRIS et al., 2016). Entretanto, menos evidências existem sobre os possíveis efeitos do comportamento sedentário sobre a saúde mental, cognição e desempenho acadêmico (CLIFF et al., 2016; HAAPALA et al., 2014); sobretudo, pelas diferentes manifestações do comportamento sedentário. Por exemplo, se o tempo despendido em comportamento sedentário em frente à televisão pode ser pouco produtivo para o desenvolvimento intelectual, o mesmo período de tempo em comportamento similar, contudo, dedicado a atividades que envolvem leitura, pode favorecer o desenvolvimento cognitivo e melhorar o desempenho acadêmico (HAAPALA et al., 2014). Todavia, considerando que esses desfechos apresentam longo período de latência (AGIRBASLI; TANRIKULU; BERENSON, 2016) e podem ser influenciados por diversos fatores ao longo da adolescência, estudos que adotem delineamento longitudinal com controle dos comportamentos adotados durante as 24 h do dia são, ainda, necessários para elucidar sua modulação sob diferentes exposições ao comportamento sedentário.

Considerando que muitos dos comportamentos desenvolvidos na infância tendem a apresentar uma certa estabilidade ao longo da vida (BIDDLE et al., 2010), estratégias direcionadas para redução do comportamento sedentário, quando implementadas em idades precoces, podem contribuir para a promoção da saúde da população em médio e longo prazo. Além disso, existem indicativos de que é a partir da entrada no sistema educacional que observa-se redução dos níveis de atividade física e aumento no tempo sedentário diário (REILLY et al., 2016). Logo, parece inquestionável a necessidade de não apenas se promover atividade física, mas também desenvolver estratégias para redução do comportamento sedentário na infância e, em particular, no ambiente escolar.

Nesse sentido, desde a sua institucionalização, a escola representa um ambiente bastante atraente para implementação de inúmeras ações de intervenção, tais como alimentação saudável (ALOIA et al., 2016), educação sexual (TIMOL et al., 2016) e atividade física (COOPER et al., 2016). Entre as principais vantagens do sistema escolar para implementação de ações de intervenção se destacam a sua

capacidade de transformação e o agrupamento em um ambiente comum da maior parte das crianças e adolescentes, inexistindo ambiente semelhante em outras fases da vida (por exemplo, entre adultos ou idosos). Portanto, ações integradas e articuladas, de médio e longo prazo, que visem a promoção da saúde e prevenção de doenças podem e devem ser inseridas na escola (WHO'S GLOBAL SCHOOL HEALTH INITIATIVE, 1998).

Para tanto, apesar de representar uma instituição independente, a escola deve estar em constante diálogo com outras esferas da sociedade. Nesse contexto, uma das principais críticas sobre o sistema educacional atual é a sua rigidez frente as abruptas mudanças ocorridas na sociedade, em particular, ao longo das três últimas décadas. Se por um lado o desenvolvimento tecnológico, um fenômeno transversal às transições demográfica, epidemiológica e nutricional (BARRETT; CHARLES; TEMTE, 2015), favoreceu uma mudança acentuada no estilo de vida da população mundial, por outro lado, o conservadorismo enraizado na instituição escola fez com que essa se distanciasse cada vez mais do que acontece fora do seu próprio ambiente.

Apesar da distribuição do dia de uma criança ou adolescente variar muito em função do sistema educacional ou aspectos culturais de cada país, pode-se dividir as 24 h do dia desta população em: a) tempo de sono (oito a 10 h); b) lazer (cinco a nove horas); c) deslocamentos (até duas horas); e d) tempo na escola (cinco a nove horas) (TREMBLAY et al., 2016). Nesse sentido, por representar uma importante período do dia em que se mantém um comportamento predominantemente sedentário, o sistema educacional tem sido um dos maiores promotores deste tipo de comportamento durante a infância, representando cerca de 50% do tempo gasto em comportamento sedentário por um jovem (CHAPUT et al., 2016).

Vale destacar que, em termos relativos, mais de 60% do tempo dentro da escola e mais 90% das atividades realizadas em sala de aula são sedentárias (CARDON et al., 2004). Dessa forma, a escola se apresenta como o ambiente ideal e potencial para reverter a tendência de progressivo aumento do comportamento sedentário ao longo da infância e adolescência. Por ser um ambiente mais controlado, é plausível assumir que os determinantes para a mudança comportamental também podem ser mais facilmente influenciados. Entretanto, não se pode desprezar que, independente de sua presença bastante evidente no ambiente escolar (CARDON et al., 2004; LANNINGHAM-FOSTER et al., 2008), o

comportamento sedentário em jovens se manifesta em outros domínios da vida, tais como nas atividades de lazer, por meio do uso de celular, computador, televisão ou vídeo game (WU et al., 2016); e no transporte, que apesar de representar uma parcela relativamente menor do tempo diário total, tem sido apoiado nas intervenções de deslocamento ativo, sobretudo pautadas no ambiente social e físico (CHILLON et al., 2011).

Esses fatos têm atraído pesquisadores a testarem diferentes intervenções, na tentativa de redução e interrupção de comportamento sedentário na escola. Uma recente revisão sistemática (ALTENBURG; KIST-VAN HOLTHE; CHINAPAW, 2016) localizou 21 intervenções para redução de comportamento sedentário em jovens, sugerindo que, entre as estratégias adotadas, a modificação no ambiente físico da sala de aula parece ser uma das mais promissoras. Dessa forma, acompanhando a tendência das *standing desks* em ambientes de trabalho (adultos), 17 estudos até o presente momento buscaram investigar a aceitabilidade e os efeitos do uso de estações de aprendizagem em pé (ou de altura ajustável), em substituição às mesas tradicionais de sala de aula, sobre aspectos comportamentais, psicológicos, físicos e cognitivos, em crianças e adolescentes.

Um fato que chama a atenção é que todas as intervenções apresentadas na Tabela 1 foram conduzidas em países desenvolvidos (Oceania, Europa e EUA). Os principais desfechos investigados nesses estudos estão relacionadas à efetividade deste tipo de intervenção em termos de redução e/ou interrupção do tempo sedentário, bem como sua aceitabilidade (dor nas pernas e coluna; concentração e atenção dos alunos). A opção por esses desfechos são pautadas, principalmente, na premissa de que se a intervenção efetivamente reduzir/interrromper o tempo sentado e for bem aceita, os benefícios à saúde serão uma mera consequência. De fato, as intervenções conduzidas até o momento observaram reduções de 40 a 60 min no comportamento sedentário no ambiente escolar, com relatos de boa aceitabilidade por parte dos professores e alunos.

Tabela 1. Descrição das intervenções com estações de aprendizagem que permitem o trabalho em pé durante as aulas em crianças e adolescentes.

Autores (País)	Delineamento	Amostra	Intervenção	Avaliações	Desfechos	Principais resultados	Considerações
Aminian; Hinckson; Stewart, 2015 (Nova Zelândia)	Quasi-experimental	n = 26 (18 intervenção e 8 controle); duas escolas; 9 a 11 anos	Mesas para trabalho em pé, sem ajuste de altura, de uso coletivo	Início, após cinco e nove semanas, seguidas de follow-up de 13 semanas	Comportamento sedentário (ActivPAL™); dor musculoesquelética (questionário); aceitabilidade (grupo focal).	Grupo intervenção reduziu o tempo sentado (45 min no total e 36 min na escola) e aumentou o tempo despendido em pé (55 min no total e 24 min na escola). Sem diferenças com relação às dores e boa aceitabilidade	As informações possuem pouco poder para inferências
Benden et al., 2011 (EUA)	Experimental	n = 58 (31 intervenção e 27 controle); 6 a 7 anos	Mesas de altura ajustável. Uso individual.	Início e ao fim do ano letivo (~nove meses)	Dispêndio energético (<i>BodyBugg armband</i>)	O grupo intervenção apresentou dispêndio energético 17% superior ao grupo controle	Avaliações apenas nos dias de semana. Poucos detalhes sobre a intervenção
Benden et al., 2012 (EUA)	Quasi-experimental	n = 9 (apenas turma intervenção); 6 a 8 anos	Mesas para trabalho em pé, sem ajuste de altura, de uso individual	Início e após cinco meses	Dispêndio energético (<i>BodyBugg armband</i>)	Foi observado um aumento de 25,7% no dispêndio energético com o uso das mesas em comparação às mesas tradicionais	Análise de apenas duas horas (8h30min às 10h30min)
Benden et al., 2013 (EUA)	Transversal (duas condições)	n = 42 (15 sala modificada e 27 sala tradicional); 7 a 9 anos	Mesas para trabalho em pé, sem ajuste de altura, de uso individual	Transversal	Postura (<i>Portable Ergonomic Observation</i>) e desconforto (auto-relatado)	Não foram observadas diferenças entre as condições	

*Todas as diferenças/mudanças reportadas foram estatisticamente significantes ($p < 0,05$). CS = comportamento sedentário; IMC = índice de massa corporal; CC = circunferência de cintura.

Tabela 1. Descrição das intervenções com estações de aprendizagem que permitem o trabalho em pé durante as aulas em crianças e adolescentes (*continuação*).

Autores (País)	Delineamento	Amostra	Intervenção	Avaliações	Desfechos	Principais resultados	Considerações
Benden et al., 2014 (EUA)	Quasi-experimental	n = 337 (202 intervenção e 135 controle); 7 a 9 anos	Mesas para trabalho em pé, sem ajuste de altura, de uso individual	Outono e Primavera (~nove meses)	Dispêndio energético e número de passos (<i>SenseWearTM armband</i>)	O grupo intervenção apresentou maior dispêndio energético e número de passos no momento inicial (outono). Todavia, as diferenças diminuíram ao longo do período de acompanhamento.	Análise de apenas duas horas (9h30min às 11h30min). Sem avaliações de <i>baseline</i> (puro)
Blake et al., 2012 (EUA)	Transversal	n = 58 (31 intervenção e 27 controle); 6 a 7 anos	Mesas de altura ajustável, de uso individual	Fim do ano letivo	Aceitabilidade (entrevistas com professores e pais)	Professores e pais relataram boa aceitabilidade e melhor comportamento na escola (maior foco e atenção).	
Cardon et al., 2004 (Alemanha e Bélgica)	Transversal	n = 47 (22 intervenção e 25 controle); 8 anos	Multicomponente. Mesas que permitiam o trabalho em pé associadas à outras modificações no ambiente de sala de aula	Final de uma intervenção de 18 meses	Postura (<i>Portable Ergonomic Observation</i>); atividade física (acelerômetro CSA 7164); dor musculoesquelética (questionário)	Grupo intervenção apresentou melhor postura e mais tempo em movimento durante as aulas. Grupo controle reportou maior desconforto postural	A intervenção ocorreu na Alemanha e o controle na Bélgica. Informações coletadas apenas no período de aula

*Todas as diferenças/mudanças reportadas foram estatisticamente significantes ($p < 0,05$). CS = comportamento sedentário; IMC = índice de massa corporal; CC = circunferência de cintura.

Tabela 1. Descrição das intervenções com estações de aprendizagem que permitem o trabalho em pé durante as aulas em crianças e adolescentes (*continuação*).

Autores (País)	Delineamento	Amostra	Intervenção	Avaliações	Desfechos	Principais resultados	Considerações
Clemes et al., 2015 (Reino Unido)	Quasi-experimental	n = 30 (16 intervenção e 14 controle); 9 a 10 anos	Seis mesas de altura ajustável. Uso alternado entre os alunos	Início e após nove semanas	Comportamento sedentário (ActivPAL™)	Grupo intervenção reduziu 52,4 min de tempo sentado durante as aulas, sem efeito compensatório	
Clemes et al., 2015 (Australia)	Experimental	n = 44 (24 intervenção e 20 controle); 11 a 12 anos	Mesas de altura ajustável, de uso individual	Início e após 10 semanas	Comportamento sedentário (ActivPAL™)	Grupo intervenção reduziu 43,7 min de tempo sentado durante as aulas, sem efeito compensatório	
Cotardo Ayala et al., 2016 (Australia)	Quasi-experimental	n = 41 (21 intervenção e 20 controle); 11 a 12 anos	Mesas de altura ajustável, de uso individual. Ações multinível não claramente sistematizadas	Início e após 32 semanas	Comportamento sedentário (ActivPAL™); atividade física (GT3X); pressão arterial (OMRON HEM-907); antropometria (IMC e CC); dor musculoesquelética (questionário)	Grupo intervenção reduziu o número em <i>bouts</i> de CS com tempo > 10 min e aumentou transições posturais (escola), sem diferenças nos demais desfechos	Melhoria nos indicadores de CS na escola não foram observadas para a análise do dia inteiro
Dornhecker et al., 2015 (EUA)	Experimental	n = 282 (158 intervenção e 124 controle); 7 a 9 anos	Mesas para trabalho em pé, sem ajuste de altura, de uso individual	Outono e primavera (~nove meses)	Comportamento em sala de aula (BOSS)	O uso das mesas não comprometeu o engajamento dos alunos em sala da aula	Poucos detalhes da intervenção foram apresentados

*Todas as diferenças/mudanças reportadas foram estatisticamente significantes ($p < 0,05$). CS = comportamento sedentário; IMC = índice de massa corporal; CC = circunferência de cintura.

Tabela 1. Descrição das intervenções com estações de aprendizagem que permitem o trabalho em pé durante as aulas em crianças e adolescentes (*continuação*).

Autores (País)	Delineamento	Amostra	Intervenção	Avaliações	Desfechos	Principais resultados	Considerações
Hinckson et al., 2013 (Nova Zelândia)	Quasi-experimental	n = 30 (23 intervenção e 7 controle); 9 a 10 anos	Mesas para trabalho em pé, sem ajuste de altura, de uso coletivo	Início e após quatro semanas	Comportamento sedentário (ActivPAL™); dor musculoesquelética (questionário); aceitabilidade (entrevista e grupo focal)	Grupo intervenção reduziu tempo sentado total (~uma h/d). A intervenção foi bem aceita, sem aumento no relato de dores	Publicado como <i>brief report</i> , de modo a não permitir claro entendimento de todos procedimentos
Koepp et al., 2012 (EUA)	Quasi-experimental	n = 8 (intervenção); 11 a 12 anos	Mesas para trabalho em pé, sem ajuste de altura, de uso individual	Início e após cinco meses	Número de passos (pedômetro Walk4life); Viabilidade (percepção do professor).	Nenhuma diferença foi encontrada	Metodologia frágil
Koskelo et al., 2007 (Finlândia)	Quasi-experimental	n = 30 (15 intervenção e 15 controle); 16 a 18 anos	Mesas de altura ajustável, de uso individual	Início até 24 meses, a cada quatro meses	Postura (cirtometria); tensão muscular (eletromiografia); aceitabilidade e dor (questionário e entrevista)	Intervenção melhorou a postura sentada e em pé. Tensão muscular sentada foi diminuída. Boa aceitabilidade e menor relato de dor.	A intervenção foi mais direcionada para melhorar a postura sentada

*Todas as diferenças/mudanças reportadas foram estatisticamente significantes ($p < 0,05$). CS = comportamento sedentário; IMC = índice de massa corporal; CC = circunferência de cintura.

Tabela 1. Descrição das intervenções com estações de aprendizagem que permitem o trabalho em pé durante as aulas em crianças e adolescentes (*continuação*).

Autores (País)	Delineamento	Amostra	Intervenção	Avaliações	Desfechos	Principais resultados	Considerações
Lanningham-Foster et al., 2008 (EUA)	Quasi-experimental	n = 24 (intervenção); 9 a 11 anos	Três condições: a) tradicional; b) mesas com altura ajustável e uso individual e c) intervenção ambiental mais ampla (multicomponente)	Início, semana 3 e semana 12	Atividade física (acelerômetro MMA 7260Q)	Maior nível de atividade física foi observado na condição "c" em comparação com as outras duas condições. Apenas o uso das mesas não aumentou a movimentação em sala de aula	As condições tiveram duração diferentes ("a" e "c": uma semana; "b": oito semanas)
Mehta et al., 2015 (EUA)	Quasi-experimental	n = 27 (intervenção); 14 a 15 anos	Mesas para trabalho em pé, sem ajuste de altura, de uso individual	Início e após ~28 semanas	Cognição (testes específicos); atividade cerebral (fNIRS; n = 14)	Melhoria em alguns testes cognitivos, com aumento na oxigenação cerebral durante a realização dos testes	Ausência de grupo controle compromete inferências a partir dos resultados encontrados
Sudholz et al., 2016 (Australia)	Quasi-experimental	n = 41 (intervenção); 12 a 16 anos	Uma sala com mesas de altura ajustável, de uso individual e rotativo (apenas em algumas aulas).	Início e após sete semanas	Comportamento sedentário (ActivPAL™); atividade física (GT3X); aceitabilidade (questionário)	Menor tempo sedentário foi observado na sala de aula experimental (60 vs. 90%). Boa aceitabilidade por parte dos alunos e professores	Pouco uso das mesas (baixa exposição)

*Todas as diferenças/mudanças reportadas foram estatisticamente significantes ($p < 0,05$). CS = comportamento sedentário; IMC = índice de massa corporal; CC = circunferência de cintura.

Tabela 1. Descrição das intervenções com estações de aprendizagem que permitem o trabalho em pé durante as aulas em crianças e adolescentes (*continuação*).

Autores (País)	Delineamento	Amostra	Intervenção	Avaliações	Desfechos	Principais resultados	Considerações
Wendel et al., 2016 (EUA)	Experimental	n = 193 [intervenção- intervenção (n = 59); intervenção- controle (n = 62); controle- intervenção (n = 23); e controle- controle (n = 49)]	Mesas para trabalho em pé, sem ajuste de altura, de uso individual	Início, após oito e 20 semanas	Excesso de peso (IMC)	Maior redução do IMC foi observada no grupo que usou a mesa durante os dois anos letivos. Todavia, o grupo exposto ao uso das mesas em apenas um período também reduziu IMC em comparação ao grupo controle- controle	A intervenção foi dividida em dois blocos de ~oito meses cada, durante o ano letivo

*Todas as diferenças/mudanças reportadas foram estatisticamente significantes ($p < 0,05$). CS = comportamento sedentário; IMC = índice de massa corporal; CC = circunferência de cintura.

Considerando que a maioria dos estudos analisou apenas o comportamento no ambiente escolar, torna-se impossível a identificação de possíveis efeitos compensatórios fora da escola. Portanto, a redução do comportamento sedentário na escola pode ter sido compensada por um maior tempo sedentário ou menor tempo de atividade física de intensidade moderada a vigorosa em outros contextos, como no lazer ou deslocamento (hipótese “*activstar*”) (RIDGERS et al., 2014). Por outro lado, a intervenção pode ter um efeito sinérgico de modo a estimular, em longo prazo, maior vigor físico e hábitos ativos fora da escola (GOODMAN; MACKETT; PASKINS, 2011). Dessa forma, faz-se necessário investigar os efeitos desta intervenção em sala de aula nas 24 h do dia.

Para além dos desfechos mais recorrentes investigados, parece interessante analisar os possíveis efeitos do menor tempo sentado em sala de aula sobre o desempenho acadêmico e função cognitiva dos alunos (DONNELLY et al., 2016). Em um primeiro momento é plausível assumir que a mudança na condição “homeostática” da sala de aula, mesmo trazendo benefícios à saúde, pode dificultar o controle do professor sobre a turma, prejudicando a capacidade de concentração, atenção e aquisição de conteúdos, por parte dos alunos. Por outro lado, há evidências sociais e biológicas que permitem hipotetizar efeitos positivos da mudança do ambiente e dinâmica em sala de aula sobre a cognição e desempenho acadêmico (MAHAR, 2011).

Assim, tem-se observado abruptos avanços tecnológicos que influenciam direta e indiretamente a conduta e o acesso dos jovens à informação atualmente; os quais têm estimulado práticas pedagógicas mais ativas como a PBL (Aprendizagem Baseadas em Problemas). Adicionalmente, a interrupção do tempo sentado e a consequente contração muscular acarretaria aumento do fluxo sanguíneo, liberação de fatores de crescimento e miocinas, capazes de atuar na ativação cerebral, melhorando o fluxo de ideias e memorização (VOSS et al., 2014). A mudança na estrutura e dinâmica de sala de aula poderia, ainda, favorecer o trabalho coletivo, em equipes colaborativas, com potencial para estimular habilidades sociais, maior engajamento dos alunos e, conseqüentemente, melhor aprendizagem.

A maioria dos estudos até o presente momento faz inferências sobre os benefícios do uso das estações de aprendizagem de altura ajustável com base em relatos subjetivos de professores e alunos. Apenas um estudo realizou medidas objetivas de cognição (MEHTA; SHORTZ; BENDEN, 2015), cujos efeitos positivos

do uso do novo mobiliário foram observados sobre algumas funções cognitivas e maior ativação do córtex pré-frontal na execução de alguns testes. Todavia, a grande limitação do referido estudo foi a ausência de um grupo controle.

Outro aspecto a ser considerado em relação aos estudos publicados sobre essa temática envolve os instrumentos utilizados para a medida do comportamento sedentário. Dos 17 estudos, apenas seis avaliaram objetivamente o tempo sedentário por inclinometria. Por um lado, estudos que se baseiam apenas no uso de acelerometria ou em medidas subjetivas podem limitar ou comprometer em parte a interpretação das informações produzidas, por outro, a ausência de avaliação do comportamento sedentário limita qualquer inferência sobre os efeitos deste tipo de intervenção em aspectos físicos ou cognitivos, uma vez que não se pode argumentar que os efeitos são do reduzido tempo sedentário. Nesse sentido, embora Wendel et al. (2016) tenham encontrado reduções no índice de massa corporal após 12 meses de intervenção, a ausência de análise da efetividade da intervenção não assegura que tais modificações não tenham sido acarretadas por outros fatores.

Por fim, a heterogeneidade dos procedimentos específicos utilizados nas intervenções dificulta a extrapolação dos resultados. Algumas intervenções oferecem mesas de altura ajustável para uso individual, outras fornecem mesas altas (sem ajuste) para uso coletivo. Algumas apenas fazem a substituição do mobiliário sem qualquer ação em outro componente ou nível, outras fornecem orientações específicas para o uso das mesas, atuam na sensibilização e motivação para o uso do novo mobiliário e fazem treinamento com professores para otimização da prática pedagógica. Além disso, muitos dos estudos publicados fornecem poucos detalhes dos procedimentos adotados. Todavia, apesar de não ser observada qualquer tendência de resultados positivos entre as estratégias específicas, intervenções para redução do comportamento sedentário, focadas em múltiplos níveis, tendem a ser mais efetivas (GARDNER et al., 2016).

Considerando essas informações, verifica-se a necessidade do desenvolvimento de estudos que proporcionem uma intervenção padronizada em diferentes componentes e níveis (alunos, pais e professores; ambiente físico e social); avaliações objetivas da atividade física e comportamento sedentário nas 24 h do dia, sete dias por semana; avaliação objetiva da função cognitiva e acompanhamento do desempenho escolar; e condução da intervenção em um contexto cultural diferente dos países anglo-saxônicos. Tais investigações poderão

contribuir para o melhor entendimento acerca da nova organização em sala de aula, tanto na reconstrução das práticas pedagógicas, como nos seus efeitos sobre comportamentos relacionados à saúde. Por representar uma potencial fonte de mudança paradigmática no ambiente escolar, espera-se que as informações empíricas produzidas fomentem, em um futuro breve, políticas intersetoriais de promoção da saúde.

2 OBJETIVOS

- Analisar os efeitos de uma intervenção para redução do comportamento sedentário na escola sobre os comportamentos adotados nas 24 h do dia (durante a semana e aos finais de semana) em adolescentes;
- Estimar o potencial das estações de aprendizagem de altura ajustável para redução do tempo sedentário total (dentro e fora da escola) em jovens;
- Identificar os efeitos do uso de estações de aprendizagem de altura ajustável em sala de aula sobre a função cognitiva e desempenho acadêmico em adolescentes do 6º ano;
- Avaliar a aceitabilidade e percepções dos pais, alunos e professores sobre o uso de estações de aprendizagem de altura ajustável em substituição ao mobiliário tradicional de sala de aula.

3 METODOLOGIA

3.1 ESTRUTURA DA TESE DE DOUTORADO

A organização da presente tese foi pautada no modelo escandinavo, no qual a contextualização do problema dá origem ao estabelecimento de diferentes objetivos, que por sua vez são analisados a partir da redação de artigos científicos. Considerando a dimensão dos desfechos avaliados, quatro artigos foram desenvolvidos, de modo a compreender a complexidade das respostas à intervenção. O primeiro artigo teve como foco os efeitos comportamentais (atividade física e comportamento sedentário) resultantes do período de intervenção. O segundo apresenta uma estimativa do potencial das estações de aprendizagem de altura ajustável para reduzir o tempo sedentário total, comparando a linha de base (uso de mesas tradicionais) com as semanas que os estudantes não tiveram as cadeiras na sala de aula. O terceiro artigo buscou identificar potenciais mudanças cognitivas em resposta ao uso do novo mobiliário de sala de aula. Por fim, após a análise dos desfechos principais, o quarto artigo verificou a aceitabilidade, além de identificar possíveis determinantes para o sucesso da intervenção proposta. Dessa forma, a conclusão geral da tese foi subsidiada por aspectos quantitativos e qualitativos que perpassam o uso das estações de aprendizagem de altura ajustável no ambiente escolar.

3.2 VISÃO GERAL DO PROJETO

O presente estudo foi executado durante estágio de bolsa de doutorado sanduiche em Lisboa (Portugal) e faz parte do projeto denominado ERGUER. Trata-se de um ensaio clínico não-aleatorizado, com grupo controle, conduzido com duas turmas (intervenção e controle) de uma escola de grande porte na região central de Lisboa. A intervenção teve a duração de 16 semanas e foi centrada na substituição das mesas tradicionais de sala de aula por estações de aprendizagem individuais que possibilitavam transições posturais (trabalho em pé), bem como movimentação em sala de aula. Além da mudança no mobiliário, a intervenção envolveu ações específicas com professores, alunos e pais. Os professores participaram de sessões motivacionais e de treinamento para o trabalho no novo ambiente, ao passo que os

estudantes e os seus respectivos pais, além de participarem das sessões motivacionais, tiveram a oportunidade de participar efetivamente do processo, emitindo opiniões e percepções sobre o novo mobiliário de sala de aula.

Os desfechos foram avaliados: a) comportamento sedentário (ActivPAL); b) atividade física (ActiGraph GT3X+); c) cognição (quatro testes para funções específicas); e d) desempenho acadêmico (rendimento nas disciplinas curriculares). Todas as avaliações foram realizadas, de forma padronizada, antes e após 16 semanas de intervenção.

A equipe de trabalho foi composta por dois profissionais de Educação Física e um psicólogo que participaram das sessões motivacionais e de treinamento. As avaliações foram distribuídas de acordo com o domínio profissional. A escolha da escola e das turmas se deu por conveniência. Dois dos três membros da equipe eram professores da referida escola e um deles era diretor da turma intervenção (em Portugal é comum essa designação; os professores da escola são distribuídos a fim de descentralizar as decisões mais simples). Essa configuração foi adotada por se tratar de uma experiência nova e para favorecer uma maior adesão por parte dos alunos. Em termos cronológicos, após o contato e aceite por parte da direção da escola e aprovação dos procedimentos, pela Direção Geral de Educação de Portugal, foram agendadas reuniões com os pais e professores para a explicação dos procedimentos metodológicos e convite para participação.

Uma vez que as estações de trabalho já estavam na sala de aula, o próximo passo consistiu nas sessões motivacionais com os alunos. As avaliações foram realizadas durante disciplinas com maior flexibilidade, previamente autorizadas pelas diretoras das respectivas turmas. De acordo com as características de cada avaliação, os estudantes foram retirados da sala em alguns momentos, em grupos ou individualmente. Informações mais detalhadas sobre os procedimentos metodológicos e análise das informações serão apresentadas a seguir.

3.3 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

3.3.1 Delineamento

O presente estudo foi um ensaio clínico controlado com amostragem por *cluster*, conduzido no âmbito escolar, com a participação de duas turmas de

estudantes de uma escola pública que foram divididas por conveniência em grupo experimental e grupo controle. A intervenção teve uma característica multinível, centrada na substituição do mobiliário tradicional de sala de aula por estações de aprendizagem de altura ajustável para permitir que os alunos permanecessem em pé durante grande parte das aulas. A intervenção teve duração de 16 semanas com avaliações antes e após o período de intervenção. Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética da Direção Geral de Educação de Portugal (DGE: 0531600001) e da Faculdade de Motricidade Humana (ULISBOA) (Parecer 09/2017).

3.3.2 Amostra

Os participantes foram recrutados em uma escola de grande porte localizada na região central de Lisboa/Portugal. Na escola, a turma foi considerada a menor unidade amostral, uma vez que a intervenção foi conduzida neste nível. Duas turmas de 6º ano foram selecionadas e divididas em grupo intervenção ($n = 22$) e grupo controle ($n = 27$). Todos os alunos dessas turmas foram convidados a participar do estudo. Aqueles que possuíam entre 11 e 13 anos, que não apresentavam restrições para a realização de transições posturais e que retornaram o termo de consentimento livre e esclarecido devidamente assinado pelos pais ou responsáveis, compuseram a amostra. Vale destacar que tanto a seleção da escola quanto à divisão das turmas foi realizada por conveniência.

3.3.3 Intervenção

A intervenção, apesar de ter sido centrada na substituição do mobiliário de sala de aula, foi composta por outros elementos envolvendo mudanças no ambiente físico e social. O mobiliário de sala de aula, principal elemento da intervenção, foi substituído das mesas tradicionais da sala de aula por estações de aprendizagem de altura ajustável (LearnFit® Adjustable Standing Desk - Ergotron, USA). Além de permitir o rápido ajuste de altura, as mesas possuem rodas, o que facilita a movimentação e a formação de grupos de trabalhos colaborativos em sala de aula. Cada mesa utilizada possuía 50 cm x 50 cm e era acompanhada por uma cadeira (30 cm x 30 cm). Vinte e duas mesas foram inseridas em uma das salas de aula com

dimensões de 8 m x 7,5 m. Ainda dentro das modificações ambientais, foram instalados armários do lado de fora da sala para que os alunos pudessem guardar os materiais não utilizados, de modo a facilitar a movimentação em sala de aula.

Adicionalmente, ações específicas com alunos, pais e professores foram conduzidas em momentos específicos (Figura 1). Inicialmente, três reuniões foram pré-agendadas com os pais. A primeira delas consistiu na apresentação da problemática (~20 min), discussão sobre as estratégias a serem adotadas, bem como o convite para a participação dos filhos. Apesar da resistência por parte de alguns pais dos estudantes a serem alocados no grupo intervenção, a equipe de trabalho conseguiu convencê-los sobre a relevância da investigação. O segundo encontro com os pais foi realizado no meio do período de intervenção, com a entrega dos resultados das avaliações iniciais e com as explicações sobre o andamento da intervenção, na tentativa de mantê-los motivados e de serem obtidas percepções/opiniões/sugestões sobre os procedimentos conduzidos até aquele momento. O último encontro com os pais serviu, basicamente, para avaliação do processo como um todo e entrega dos resultados finais. Independente desses encontros formais, os contatos pessoais da equipe responsável pelo projeto foram disponibilizados aos pais, para facilitar e estimular o contato contínuo entre as partes. As mesmas condutas foram adotadas para o grupo controle, que apenas recebeu o convite para participação nas avaliações e os resultados das avaliações realizadas em cada etapa.

Seis encontros foram conduzidos com os nove professores da turma intervenção. No primeiro, de forma similar ao encontro com os pais, foi apresentada a problemática atual do comportamento sedentário e a proposta do estudo. Os docentes foram convidados a participar e, já naquele momento, opinarem sobre a melhor forma para a condução dos trabalhos. Nesse encontro ficou estabelecido que os alunos deveriam, progressivamente, ir experimentando as novas mesas, na tentativa de se manterem em pé ao menos metade das aulas, embora nenhuma sanção devesse ser empregada no caso de não cumprimento desse critério. Uma das dúvidas e inseguranças dos professores envolvia a forma mais adequada de atuar pedagogicamente com base no novo cenário.

Após aceitarem participar do estudo, cinco encontros foram agendados com o corpo docente, os quais tiveram como objetivos principais a discussão dos problemas encontrados e trocas de experiências, no sentido de aprimoramento do

trabalho. Uma semana antes de cada encontro uma mensagem eletrônica foi encaminhada aos docentes solicitando informações sobre a forma que vinham trabalhando com as mesas, bem como as dificuldades encontradas. A equipe responsável analisava o posicionamento dos professores e preparava os encontros de formação. De maneira geral, os quatro encontros intermediários consistiram na troca de experiências e estratégias de superação das barreiras. Os professores com melhores estratégias eram convidados a compartilhar suas experiências com os demais e a construção de um portfólio de trabalho foi sendo estruturado.

Além das dificuldades pedagógicas, muitos foram os relatos dos professores sobre barreiras associadas ao ambiente físico da sala de aula, cuja dimensão relativamente reduzida para a quantidade de alunos, dificultava a organização de grupos de trabalho e a movimentação dos alunos. Assim, por sugestão dos próprios professores, durante a sétima semana de intervenção, foi decidida a retirada das cadeiras da sala. No início, essa decisão gerou descontentamento por parte de alguns pais e alunos, embora a experiência tenha sido avaliada como positiva nas semanas subsequentes. Dessa forma, ficou estabelecido que durante duas semanas as cadeiras seriam retiradas da sala de aula (semanas 11 e 14). No último encontro com os professores foi feita a avaliação final do projeto com recolha de percepções e opiniões para a otimização do trabalho numa próxima fase ou em um novo projeto. Uma vez que o estudo foi certificado junto à Direção Geral de Educação de Portugal (equivalente ao Ministério da Educação no Brasil), o treinamento com os professores foi formalizado e desde o início eles já sabiam que receberiam créditos para a progressão na carreira por participarem das sessões estabelecidas.

Um grupo foi criado no *Facebook* para otimização da troca de experiências e informações entre a equipe de trabalho e os professores, porém essa estratégia não teve boa adesão por parte dos professores. Finalmente, foram estabelecidos dois encontros formais com os alunos (início e fim da intervenção). A ideia inicial era a apresentação do projeto e sensibilização/motivação dos mesmos a participarem, por meio de vídeos e outras mídias interativas. No encontro inicial, foram coletadas as expectativas dos alunos sobre o projeto, além de ser realizada uma sessão de treinamento sobre a forma de trabalhar corretamente com as mesas (manipulação no novo mobiliário e postura correta).

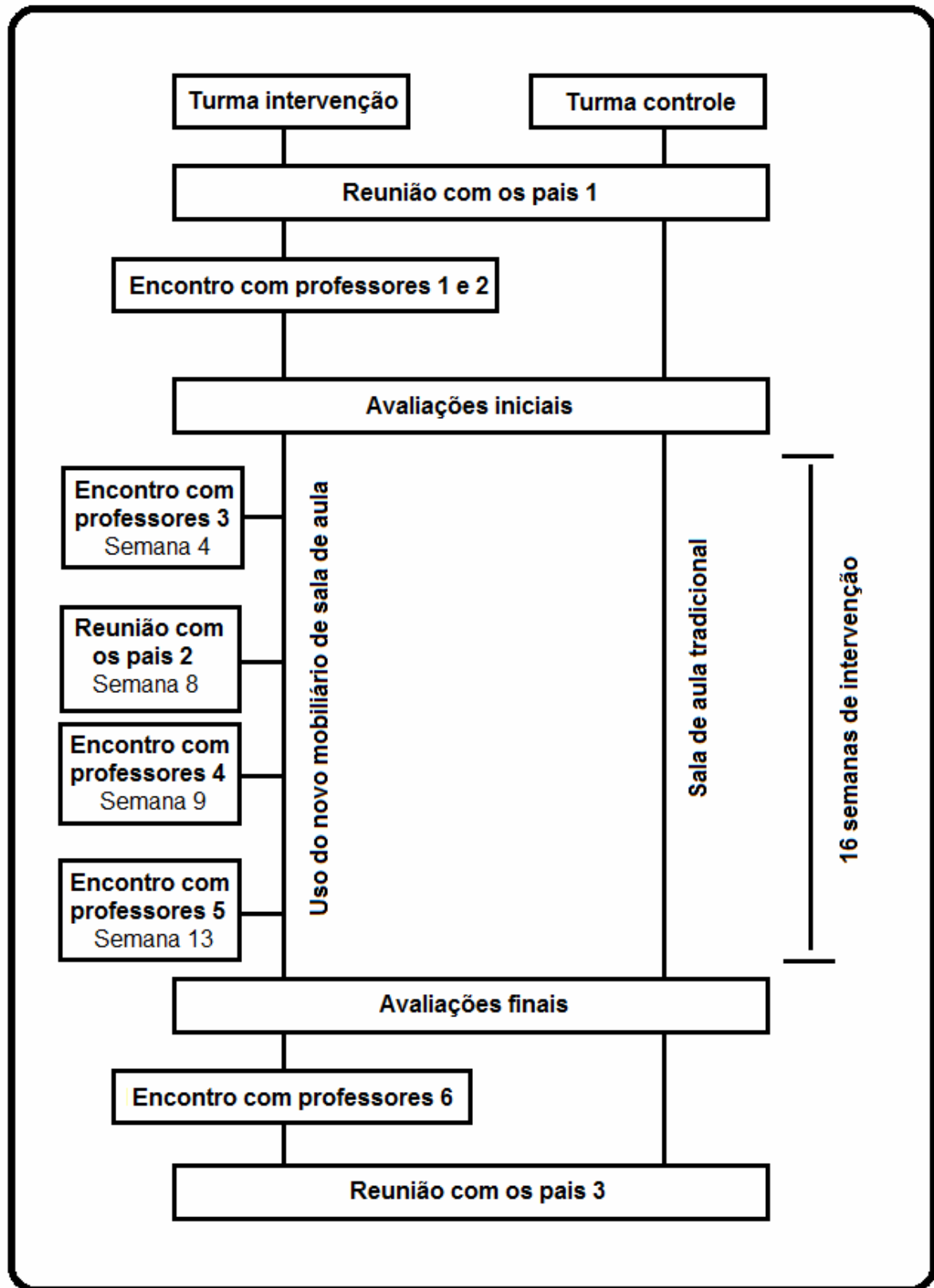
Entre o encontro inicial e final, a equipe de trabalho esteve em mais três momentos informais com os alunos (~50 min cada) em sala de aula. Essas sessões

intermediárias serviram para avaliar a percepção dos alunos, bem como mantê-los motivados. No encontro final foram coletadas as opiniões e percepções gerais dos alunos a respeito da intervenção.

Vale ressaltar que a grade curricular da turma intervenção possuía oito disciplinas (Matemática, Português, História, Inglês, Artes Visuais, Música, Educação Tecnológica e Educação Física), sendo que nem todas aconteciam na mesma sala. Por exemplo, Artes Visuais, Educação Tecnológica e Música possuíam laboratórios específicos. Todavia, os professores dessas disciplinas foram incentivados a trabalharem na sala (intervenção) sempre que possível. Tanto na turma intervenção quanto na turma controle, as aulas aconteciam de segunda a sexta-feira, das 8h20min até às 16h30min. Nesse meio tempo, sete aulas de 50 min eram ministradas (quatro de manhã e três a tarde), com intervalo para almoço das 12h20min às 13h30min.

O fluxograma a seguir ilustra as atividades realizadas durante o estudo (Figura 1).

Figura 1. Visão geral do estudo.



3.3.4 Avaliações

Inicialmente, medidas de massa corporal (balança Seca[®]; precisão de 0,1 kg), estatura (estadiômetro anexado à balança; precisão de 0,1 cm), circunferência de cintura (fita métrica metálica Sanny[®]; precisão de 0,1 cm) e altura tronco-cefálica (banco de 50 cm) foram realizadas por meio de procedimentos padronizados descritos na literatura (GORDON; CHUMLEA; ROCHE, 1988). A partir dessas medidas foi calculado o índice de massa corporal (kg/m^2) e estimada a maturação somática (MIRWALD et al., 2002).

O comportamento sedentário e a atividade física foram mensurados por inclinometria e acelerometria, respectivamente. O tempo sentado, em pé e andando, bem como as transições posturais e o número de passos foram avaliados pelo ActivPAL[™] micro device (PAL Technologies Limited, Glasgow, UK) (AMINIAN; HINCKSON, 2012; RIDGERS et al., 2012). O dispositivo foi afixado no ponto médio-anterior da coxa por meio de uma fita adesiva, transparente e à prova de água (Tegaderm[™] 3M; 10cm x 10cm). Os participantes usaram o inclinômetro por sete dias consecutivos continuamente, inclusive para tomar banho e dormir, contudo, foram orientados para retirá-lo caso fossem entrar na piscina. Os dados foram reduzidos no programa ActivPAL3[™] v.7.2.32, com epochs de 15s. A atividade física foi avaliada pelo acelerômetro GT3X+ (Actigraph, Pensacola, FL, USA). Os participantes foram instruídos a usarem o equipamento (afixado a uma cinta elástica) do lado direito da cintura, junto a crista ilíaca, durante o período de vigília. O acelerômetro foi usado também por sete dias consecutivos, no entanto devia ser retirado para dormir e para todas as atividades aquáticas (inclusive banho). Os dados foram coletados a uma frequência de 30Hz e reduzidos por meio do programa Actilife v.6.10.4, com epochs de 15s. Os critérios de Choi et al. (2011) foram utilizados para o tempo de uso, ao passo que os pontos de corte de Evenson et al. (2008) foram adotados para a classificação das intensidades de atividade física.

Para ambos os dispositivos (inclinômetro e acelerômetro), foram consideradas válidas as avaliações que tinham registro de pelo menos quatro dias (sendo um de final de semana). Para ser considerado o dia válido, os dispositivos deveriam ter registros de pelo menos 600 min/d. Os participantes usaram os sensores de movimento quantas vezes fossem necessárias para a obtenção de avaliações válidas. Além dos momentos pré e pós-intervenção, o grupo intervenção

utilizou os sensores de movimento durante duas semanas que estiveram sem as cadeiras em sala de aula (semanas 11 e 14). Em todas as semanas em que usaram os dispositivos, os participantes preencheram um diário indicando o horário que acordavam, que iam para a cama dormir e se retiraram os equipamentos por algum motivo (o diário foi previamente apresentado aos pais). Durante as semanas de avaliação do comportamento sedentário e atividade física, além de orientar para que os participantes mantivessem suas rotinas normais, a equipe responsável esteve presente continuamente na escola a fim de verificar o uso dos dispositivos e solucionar possíveis problemas.

A avaliação do desempenho acadêmico foi analisada por meio das notas obtidas pelos alunos nas avaliações formais da escola. Em Portugal, o ano letivo é dividido em três períodos de três meses, com avaliações ao final de cada período. Dessa forma, como o projeto foi iniciado no primeiro mês do segundo período, as notas finais do primeiro período foram consideradas linha de base e a nota final do terceiro período como a avaliação final. As notas variavam entre 1 (pior) e 5 (melhor) e o escore “desempenho acadêmico” foi composto pela soma das notas de todas as disciplinas, com exceção da disciplina Educação Física.

Quatro testes cognitivos foram aplicados para a análise de diferentes funções executivas antes e após a intervenção. O teste de *blocos de Corsi* foi aplicado para a avaliação da memória operacional e visuoespacial. Esse teste é computadorizado e consiste na memorização de blocos que piscam aleatoriamente na tela do computador. O avaliado deve observar e clicar sobre os blocos na mesma ordem em que eles piscaram. São apresentados nove blocos e a dificuldade do teste é progressiva, ou seja, na fase inicial apenas dois blocos piscam, contudo, após a marcação de duas respostas corretas, um bloco adicional pisca. Dessa forma, o teste é realizado até o avaliado errar três vezes. Como indicadores de desempenho, foram considerados o alcance do avaliado (em número de piscadas) e a pontuação total atingida (baseada no alcance e no padrão de respostas). O teste de *blocos de Corsi* possui boa validade para crianças e adolescentes (FARRELL PAGULAYAN et al., 2006). O segundo teste aplicado, também computadorizado, foi o teste de *cores de Stroop*. Esse teste foi utilizado para a avaliação do controle inibitório. Experimentos laboratoriais mostraram que a execução do teste de Stroop está relacionada à ativação de regiões do córtex pré-frontal responsáveis por essa função executiva (LEUNG et al., 2000). O teste é composto por três fases com 12 tarefas a serem

cumpridas em cada fase, as quais, basicamente, exigem a indicação dicotômica com os cursores direito ou esquerdo do computador. Na primeira fase (congruente) é apresentado um retângulo pintado em uma determinada cor. A tarefa consiste, entre duas opções, indicar qual está pintada. A segunda fase (neutra), é apresentado o nome de uma cor, escrita sempre em branco; o avaliado deve indicar a cor que está escrita. Na terceira e última opção (incongruente), é apresentado o nome de uma cor, entretanto a palavra está escrita em outra cor. O avaliado deve indicar a cor pintada e não a escrita. Além de marcarem as 36 tarefas corretamente, os avaliados foram orientados a realizar o teste o mais rápido possível. Todos realizavam uma tentativa prévia de familiarização. Enquanto indicadores de desempenho foram considerados a duração do teste (tempo de reação) e o número de respostas corretas (acurácia). O terceiro e o quarto testes foram manuais (“papel e caneta”). O teste *d2* foi realizado para a avaliação da atenção seletiva e poder de concentração. Esse teste possui alta reprodutibilidade e validade (BATES; LEMAY JR., 2004) e consiste em uma folha com 14 linhas, cada uma com 47 letras *p* e *d*. Essas letras possuem um ou dois traços que podem estar na parte superior ou inferior da letra. Os avaliados devem marcar todas as letras *d* com dois traços (por exemplo, d", 'd', or "d), de modo que os *p* (todos) e os *d* com um traço servem como distração. O teste foi realizado em grupos de oito a 10 sujeitos e havia pressão de tempo. A cada 20 s o avaliador falava “troca” e os avaliados tinham que descer para a próxima linha, independente de terem ou não terminado a linha em que estavam. Dessa forma, a duração total do teste era de 4min40s. O total de respostas corretas (acurácia) foi registrado como indicador de desempenho no teste. Por fim, o teste de Matrizes Progressivas de Raven foi adotado como indicador de inteligência não-verbal. O teste consiste em uma apostila com 60 tarefas (divididos em três fases progressivas) de múltiplas escolhas. Em cada tarefa o avaliado deve indicar, entre seis opções, qual é a opção que completa a sequência indicada (sem pressão de tempo). Esse teste teve suas propriedades psicométricas testadas e representa um dos melhores indicadores para avaliação deste constructo (CARPENTER; JUST; SHELL, 1990; PRABHAKARAN et al., 1997). Como indicador de desempenho, foi considerado o número de resposta corretas padronizadas frente a valores de referência (percentis).

Além dos desfechos quantitativos, a percepção dos alunos, pais e professores foram avaliadas antes, durante e após a intervenção. As informações

foram obtidas por meio de questionários com questões abertas e fechadas, contruídas para este fim. No momento inicial, foram obtidas informações relacionadas às expectativas sobre a nova estruturação da sala de aula, bem como a percepção dos pais sobre a condição dos seus filhos dentro e fora da escola (interação social, desempenho escolar e comportamentos adotados). Já no momento final foram solicitadas informações à respeito das experiências particulares com as mesas (estratégias adotadas, determinantes para o sucesso de intervenções similares e intenção em continuar usando as mesas). Os questionários específicos encontram-se em “Apêndices”.

3.3.5 Análise estatística

Medidas de tendência central (media e mediana), dispersão (desvio-padrão e intervalo interquartil), frequências absolutas e relativas foram utilizadas para a análise descritiva das informações. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a distribuição dos dados (variáveis discretas e contínuas). A partir dessa distribuição, as comparações de linha de base entre os grupos foram feitas pelo teste t de Student para amostras independentes ou Mann-Whitney. O teste do Qui-quadrado foi utilizado no caso das variáveis categóricas. A comparação dentro do grupo intervenção ao longo do tempo foi feita pelo teste t para amostras dependentes ou pelo teste de Wilcoxon. Modelos de Equações de Estimativa Generalizada foram utilizados para a comparação entre os grupos ao longo do tempo. Esses modelos foram ajustados de acordo com a distribuição da variável dependente (Linear, Binária, Gamma ou Poisson). O tamanho do efeito de Hegde foi calculado para auxiliar a interpretação das informações. Análise de conteúdo e análise temática foram utilizadas para a organização das variáveis qualitativas (reportadas nos questionários). As análises estatísticas foram conduzidas no programa SPSS 21.0 e foi estabelecido um nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS

4.1 ARTIGO ORIGINAL 1: EFFECTIVENESS OF 16 WEEKS OF A CLASSROOM STANDING DESKS INTERVENTION ON SEDENTARY BEHAVIOR AND PHYSICAL ACTIVITY IN YOUTH

Abstract

Classroom standing desks seems be an effective strategy to reduce sitting time among students. However, few and polarized evidence are available. We verified the impact of 16 weeks of standing desks intervention on sedentary behavior and physical activity in 6th grade students. This was a controlled trial conducted with two classes (intervention: n = 22; control: = 27) from a public school of Lisbon. Intervention take place over 16 weeks and was composed by the replacement of traditional classroom desks for standing desks, teacher's training and education/motivation sessions with students and parents. While main outcomes, sedentary behavior (ActivPAL inclinometer) and physical activity (Actigraph GT3X+ accelerometer) were measured during seven days before and after the intervention. No difference between groups was observed in baseline ($p > 0.05$). After 16 weeks, intervention group decrease sitting time (total week: -6.8% and at school: -13.0%) and increase standing time (total week: 16.5% and at school: 31.0%) with interaction group vs time ($p < 0.05$). No significant differences in activity outcomes were observed outside school (week and weekend) between groups. We conclude that 16 weeks of a multi-level classroom standing desks reduce sitting time and increase standing time at school with no compensatory effect outside school.

Keywords: Sitting, Standing Desk, School-based Intervention.

Resumo

Estações de aprendizagem de altura ajustável tem sido uma potencial estratégia para reduzir o tempo sentado em sala de aula. Nosso objetivo foi verificar os efeitos de 16 semanas de uma intervenção multinível centrada na substituição do mobiliário de sala de aula sobre o comportamento sedentário e atividade física em estudantes do 6° ano. Este foi um ensaio clínico controlado conduzido com duas turmas (intervenção: n= 22; controle: n= 27) de uma escola pública de Lisboa. A intervenção teve a duração de 16 semanas e foi composta por modificações no ambiente físico (mobiliário) e social (alunos, pais e professres) de sala de aula. Comportamento sedentário (ActivPAL) e atividade física (GT3X+) foram mensurados antes e após a intervenção. Não foram observadas diferenças entres os grupos da linha de base ($p > 0,05$). O grupo intervenção reduziu o tempo sentado (total da semana: -6,8%; na escola: -13,0%) e aumentou o tempo em pé (total da semana: +16,5%; na escola: 31,0%), com interação grupo vs. tempo ($p < 0,05$). Não foram observadas diferenças entre os grupos com relação à atividade física. Concluimos que 16 semanas de uma intervenção multinível centrada na substituição do mobiliário de sala de aula reduz o tempo sentado e aumenta o tempo em pé de estudantes do 6° ano, sem efeito compensatório em outros contextos.

Palavras-chave: Tempo Sentado, Intervenções de Base Escolar.

Introduction

Sedentary behavior constitutes a recent public health problem. It is estimated that sitting time is responsible for 433,000 deaths/year worldwide (almost 4% of the total) (REZENDE et al., 2016). Although strongest evidence of their harmful effects is observed in adulthood, sedentary children and adolescents tend to have poor physical and mental health status (CARSON et al., 2016b). Additionally, some sedentary habits seems have a high tracking from childhood to adulthood (BIDDLE et al., 2010).

Objective measures indicate that children spend almost 70% of their waking hours in sedentary behaviors (DOWD et al., 2012). Among their domains (i.e. leisure, transport and school), more than half of this behavior is spend at school time. In addition to the metabolic negative effects, uninterrupted sitting time at school is related to pain in different areas of the body (e.g. neck, low back, hips, knees) (OYEWOLE; HAIGHT; FREIVALDS, 2010). Thus, although important advances has been observed on strategies targeting reducing leisure screen time (WU et al., 2016) and active travel promotion (SCHOEPPE et al., 2013) among youth, school setting emerges as a promising field for daily sedentary behavior reduction.

In the last few years, single and multi-component interventions have been proposed for reducing sitting time at school. Changes in general school environmental, curriculum or orientation/education sessions aimed in the same time changes in other health behavior as physical activity and dietary habits (HEGARTY et al., 2016). However, considering that more than 90% of classroom time is spend sitting (CARDON et al., 2004), a promising strategy is the replacement of the traditional desks for active-permissive desks to allow less sitting classes. Although few trials were conducted until now, findings suggest that standing desks of different types (e.g. height adjusted/stand-biased, individual/ in group use) can be effective to reduce classroom sitting time with none adverse effect on cognitive function or academic achievement in elementary children (HINCKSON et al., 2016; MINGES et al., 2016). The majority of the previous studies are pilot and/or with few methodological control in terms of design, collection and data analysis (SHERRY; PEARSON; CLEMES, 2016). Others studies focused specifically in postural and feasibility issues (BLAKE; BENDEN; WENDEL, 2012; BENDEN et al., 2013). Yet, available data comes from developed countries and no investigation was conducted

in different cultural, economic and educational systems contexts.

Additionally, in order to understanding the full effects of health behaviors interventions, the importance of an integrative approach of the 24h movement behaviors have been highlighted (CHAPUT et al., 2014). Since "activitystat" hypothesis (RIDGERS et al. 2014) suggests that changes in a specific domain (e.g. school) can be compensated in other domains (e.g. leisure, transport), the effectiveness and applicability of the strategies can be advocates by a whole-day approaches only. For example, is not clear the potential effects of reduced sitting time through classroom standing desks on leisure physical activity outside school. To address these points, we verified the impact of 16 weeks of standing desks intervention on 24h objective monitoring sedentary behavior and physical activity in both week and weekend days.

Methods

Design and sample

The ERGUER/Portugal project is a cluster controlled trial conducting in school setting. For convenience, were selected two classes of sixth grade from a great size, public and centre located school of Lisbon. Students from these two classes were invited to participate and those who aged between 11 and 13 years-old, were able to postural changes and return the informed consent signed by parents/guardians were included (Figure 2 displays the participants flow diagram). Classes were divided in intervention (IG) and control group (CG). Intervention consisted of a multi-level sit-stand desks intervention during classroom time for 16 weeks with two assessments points (pre and post). The study was approved by the local ethics committee.

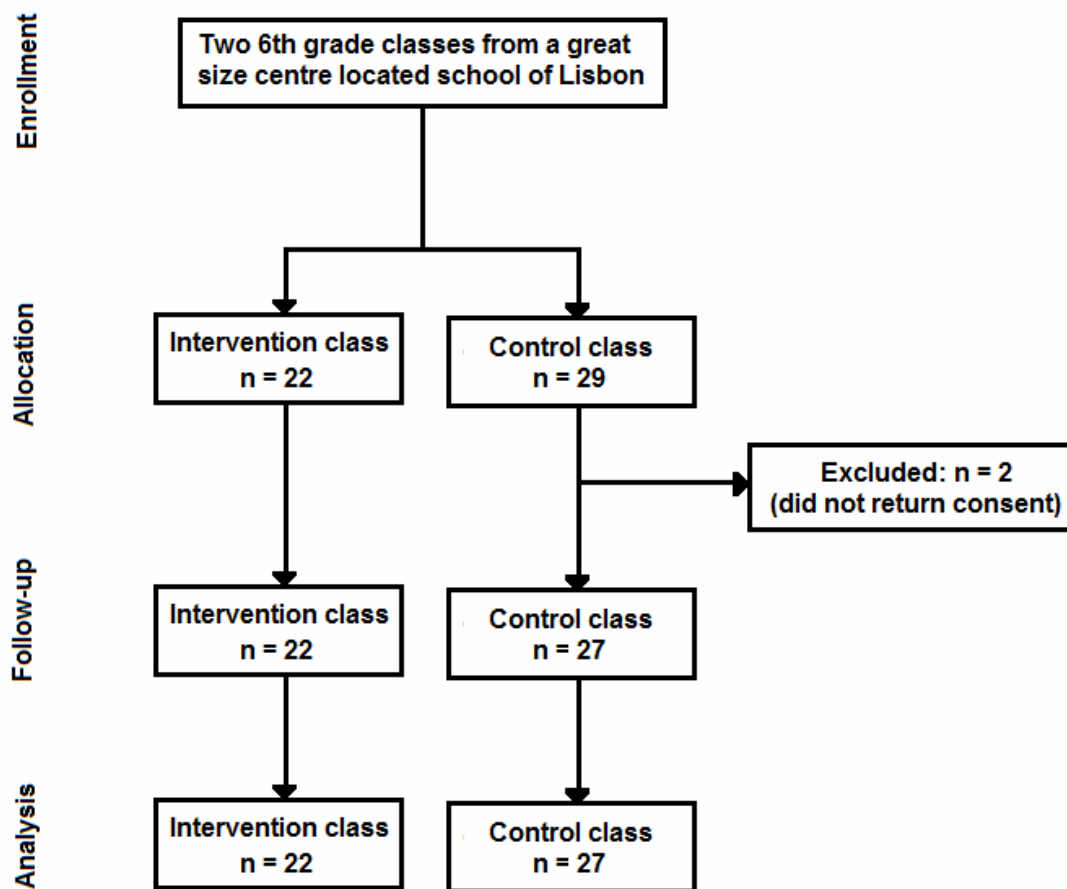


Figure 2. Sampling flow diagram.

Intervention procedures

Intervention was composed by physical and social environmental changes; and school teachers training. *Physical environment* was modified through the exchange of traditional sits desks for the LearnFit® Adjustable Standing Desk (Ergotron, USA). Besides allowing postural changes, these desks can be moved and thus expanding possibilities of activities. The *social environmental* component was mainly target on family support through meetings along the intervention. Finally, the *education* component was developed through six training sessions with school teachers.

Measures

Descriptive information. Body mass index (BMI) were calculated through weight (nearest 0.1 kg) and height (nearest 0.1 cm) measures. Waist circumference was collected by a Sanny® metal tape (nearest 0.1 cm). Somatic maturation was estimated by the peak of height velocity from trunk-encephalic height (50 cm bench).

Sedentary behavior and physical activity. ActivPAL™ micro device (PAL Technologies Limited, Glasgow, UK) was used to assess time spent lying/sitting, standing, stepping, sit-to-stand transitions, total number of steps and the number of steps taken an intensity of < 110 steps per minute. The device was attached on anterior mid-line of the participant's right thigh through 3M™ Tegaderm™ Transparent Film Roll (4 in x 11yd). Participants were asked to wear the inclinometer continuously for seven days, including shower and sleep time, except in swimming activities. These data were reduced by ActivPAL™ software v.7.2.32. In addition, the Actigraph GT3X+ accelerometer was used to obtain physical activity level. Participants were instructed to wear the device on the right hip (near the iliac crest) during waking hours also for seven days. The device was attached via an elastic belt and was removed only in water-based activities. Evaluations that had four or more days (including one of weekend) of a minimum of 600 minutes of wear were considered valid. The Choi et al.⁵⁶ criteria of wear time and Evenson et al.⁵⁷ cutoffs to PA intensities were applicable with 15s epochs (collected at 30Hz) by Actilife v.6.10.4. For both devices, participants registered if it was removed, the time and reason. In the same daily record, sleep time information were collected.

Statistical analysis

Descriptive data are expressed in frequencies, means and standard deviations or confidence interval of 95%. Shapiro-Wilk test was used to check the distribution of the data. Baseline comparisons were made by Student t-test for independent sample, Mann-Whitney and Chi-squared tests according variables type. Generalized estimating equation models (Gamma distribution) were used for comparisons within and between groups for activity outcomes before and after the intervention. Hedge's g was calculated as effect size measure. For analyze purpose,

outcomes were divided in four category of occurrence considering the sleep time reported: week (15h), school time (9h), outside school (6h) and weekend (14h). Statistical significance was set at 5% level and data were processed by SPSS software version 21.0.

Results

Initial characteristics of the both groups are shown in Table 2. No difference was observed between groups in baseline. Table 3 displays the mean changes within groups after 16 weeks of intervention for behavior variables by week, weekend, school time and outside school time. Interactions time vs group were found in sitting and standing time during week, which was represented by school time. In total week and during school time, intervention group decrease sitting time (-6.8% and -13.0%) and increase standing time (16.5% and 31.0%), respectively. In addition, while control group significantly decreased moderate to vigorous physical activity (MVPA) in school time (-30.4%), no changes were observed in intervention group. Finally, both groups reduced standing time outside school after the follow-up (time effect).

Modifications in relative day time distribution on week and weekend are showed in Figure 3. Opposite changes were observed between groups with regard to sitting and standing time during the week, with no changes in stepping, sleeping and in any weekend behavior. The same was noted in school and outside school time analysis (Figure 4). While groups did not alter stepping and behavior outside school, the proportion of time spent sitting and standing during school time change in opposite side between groups.

Table 2. Baseline characteristics of the sample.

	Intervention group (n = 22)	Control group (n = 27)	<i>p</i> -value
Chronological age, years	11.8 ± 0.4	11.6 ± 0.5	0.144
Female	10 (45.5%)	16 (59.3%)	0.336
Caucasian	21 (95.5%)	26 (96.3%)	0.856
Peak height velocity, years	-1.05 ± 1.15	-0.93 ± 1.05	0.704
Body mass index, kg/m ²	19.7 ± 3.0	18.9 ± 3.4	0.154
Waist circumference, cm	68.8 ± 8.3	70.2 ± 11.5	0.976
Week			
Sleep time, h	8.8 ± 0.8	8.9 ± 0.7	0.799
Sitting, min/15h	509.8 ± 85.3	498.6 ± 71.4	0.630
Standing, min/15h	230.9 ± 62.8	231.1 ± 62.0	0.952
Stepping, min/15h	171.4 ± 40.8	179.0 ± 51.5	0.673
Step counts, n/15h	13,753 ± 3,610	14,272 ± 4,318	0.748
STS transitions, n/15h	80.9 ± 27.5	82.2 ± 18.8	0.673
> 110 spm, n/15h	4,464 ± 1,949	4,615 ± 1,608	0.688
LPA, min/15h	246.7 ± 58.4	247.0 ± 51.5	0.825
MVPA, min/15h	51.2 ± 20.0	61.8 ± 27.5	0.191
School time			
Sitting, min/9h	289.8 ± 40.1	285.7 ± 43.8	0.630
Standing, min/9h	134.7 ± 36.5	128.5 ± 27.6	0.688
Stepping, min/9h	115.5 ± 27.5	125.9 ± 40.3	0.433
Step counts, n/9h	9,554 ± 2,643	10,266 ± 3,409	0.587
STS transitions, n/9h	44.1 ± 19.7	43.9 ± 12.5	0.763
> 110 spm, n/9h	3,360 ± 1,585	3,507 ± 1,292	0.587
LPA, min/9h	157.6 ± 35.4	162.9 ± 36.1	0.315
MVPA, min/9h	36.5 ± 14.8	46.7 ± 23.1	0.127
Outside school			
Sitting, min/6h	220.0 ± 68.8	212.9 ± 49.0	0.802
Standing, min/6h	96.1 ± 39.4	102.6 ± 43.4	0.546
Stepping, min/6h	55.9 ± 20.4	53.2 ± 22.2	0.560
Step counts, n/6h	4,199 ± 1,666	4,006 ± 1,822	0.673
STS transitions, n/6h	36.8 ± 12.2	38.3 ± 9.7	0.587
> 110 spm, n/6h	1,104 ± 685	1,108 ± 687	0.888
LPA, min/6h	89.1 ± 28.3	84.1 ± 25.0	0.601
MVPA, min/6h	14.7 ± 7.6	15.1 ± 10.0	0.794
Weekend			
Sleep time, h	10.1 ± 1.2	10.6 ± 0.9	0.692
Sitting, min/14h day	537.2 ± 112.2	508.8 ± 99.0	0.455
Standing, min/14h day	186.2 ± 54.8	189.8 ± 78.5	0.507
Stepping, min/14h day	108.4 ± 45.0	106.1 ± 47.3	0.651
Step counts, n/14h day	8,137 ± 3,684	7,888 ± 4,107	0.533
STS transitions, n/14h day	73.7 ± 24.0	74.6 ± 23.4	0.952
> 110 spm, n/14h day	2,225 ± 1,604	2,012 ± 1,692	0.533
LPA, min/14h	180.1 ± 51.1	193.2 ± 57.7	0.658
MVPA, min/14h day	25.7 ± 19.9	26.1 ± 14.8	0.488

Note. STS = sit-to-stand; spm = steps per minute. LPA = light physical activity. MVPA = moderate to vigorous physical activity.

Table 3. Mean changes (95% confidence interval) in behavior variables in week (total, school time and outside school) and weekend after 16 weeks of follow-up.

	Intervention group (n = 22)	Control group (n = 27)	Hedges' g
Week			
Sitting, <i>min/15h</i> *	-34.9 (-82.2 to 12.4)	31.6 (9.6 to 53.5)	-0.14
Standing, <i>min/15h</i> *	38.1 (7.8 to 68.4)	-19.0 (-34.9 to -3.0)	0.18
Stepping, <i>min/15h</i>	-6.0 (-27.3 to 15.3)	-5.6 (-18.5 to 7.3)	-0.00
Step counts, <i>n/15h</i>	-553 (-2,315 to 1210)	-270 (-1,324 to 784)	-0.02
STS transitions, <i>n/15h</i>	0.1 (-9.5 to 9.6)	2.5 (-3.3 to 8.3)	-0.02
> 110 spm, <i>n/15h</i>	-417 (1,164 to 331)	119 (-605 to 844)	-0.07
LPA, <i>min/15h</i> †	-20.1 (-42.3 to 2.2)	-7.7 (-19.6 to 4.2)	-0.05
MVPA, <i>min/15h</i>	0.8 (-8.5 to 10.1)	-9.0 (-15.7 to -2.3)	0.11
<i>School time</i>			
Sitting, <i>min/9h</i> *	-37.6 (-69.7 to -5.5)	11.9 (-3.7 to 27.5)	-0.15
Standing, <i>min/9h</i> *	41.7 (18.9 to 64.5)	-4.8 (-14.2 to 4.6)	0.20
Stepping, <i>min/9h</i>	-3.7 (-17.0 to 9.7)	-7.6 (-17.3 to 2.1)	0.03
Step counts, <i>n/9h</i>	-431 (-1,557 to 696)	-451 (-1,271 to 369)	0.00
STS transitions, <i>n/9h</i>	-3.7 (-11.2 to 3.7)	2.8 (-1.6 to 7.1)	-0.08
> 110 spm, <i>n/9h</i>	-355 (-868 to 159)	-147 (-521 to 227)	-0.04
LPA, <i>min/9h</i> †	-11.2 (-23.5 to 1.1)	-5.6 (-14.3 to 3.1)	-0.05
MVPA, <i>min/9h</i> *	0.3 (-6.4 to 6.5)	-8.6 (-14.6 to -2.5)	0.13
<i>Outside school</i>			
Sitting, <i>min/6h</i>	2.7 (-25.2 to 30.7)	19.7 (3.1 to 36.3)	-0.06
Standing, <i>min/6h</i> †	-3.6 (-17.9 to 10.8)	-14.2 (-25.4 to -3.0)	0.07
Stepping, <i>min/6h</i>	-2.3 (-15.6 to 11.0)	2.0 (-5.4 to 9.4)	-0.03
Step counts, <i>n/6h</i>	-122 (-1,198 to 954)	181 (-413 to 775)	-0.03
STS transitions, <i>n/6h</i>	3.8 (-0.8 to 8.4)	-0.2 (-3.3 to 2.8)	0.08
> 110 spm, <i>n/6h</i>	-62 (-394 to 270)	267 (-281 to 814)	-0.09
LPA, <i>min/6h</i>	-8.9 (-23.7 to 5.9)	-2.1 (-10.5 to 6.3)	-0.04
MVPA, <i>min/6h</i>	0.7 (-4.1 to 5.6)	-0.4 (-2.9 to 2.0)	0.02
Weekend			
Sitting, <i>min/14h day</i>	1.4 (-61.7 to 64.4)	6.8 (-28.3 to 41.8)	-0.01
Standing, <i>min/14h day</i>	-9.1 (-35.4 to 17.3)	-3.8 (-20.8 to 13.2)	-0.02
Stepping, <i>min/14h day</i>	8.3 (-22.3 to 38.9)	16.9 (-9.1 to 43.0)	-0.03
Step counts, <i>n/14h day</i>	975 (-1,709 to 3,659)	1,341 (-856 to 3,539)	-0.01
STS transitions, <i>n/14h day</i>	-2.0 (-11.4 to 7.4)	2.6 (-3.9 to 9.1)	-0.05
> 110 spm, <i>n/14h day</i>	348 (-809 to 1,505)	223 (-653 to 1,100)	0.01
LPA, <i>min/14h</i>	2.0 (-12.2 to 16.2)	13.6 (-7.7 to 35.0)	-0.09
MVPA, <i>min/14h day</i>	2.1 (-10.0 to 14.2)	4.0 (-2.3 to 10.4)	-0.12

Note. STS = sit-to-stand; spm = steps per minute. LPA = light physical activity. MVPA = moderate to vigorous physical activity. * $p < 0.05$ for time vs group interaction. † $p < 0.05$ for time.

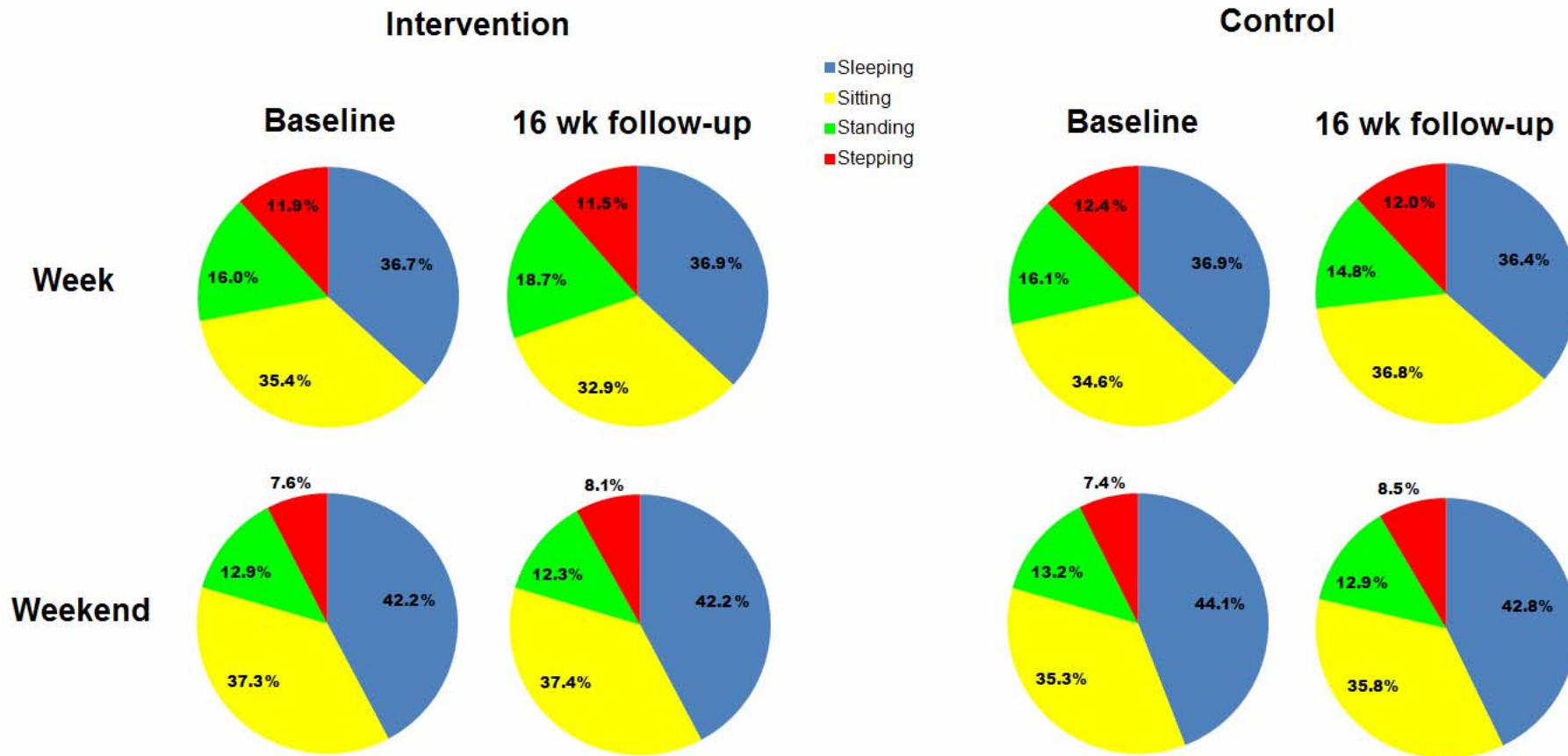


Figure 3. Distribution of the week and weekend whole-day (24h) before and after 16 wk follow-up in both group.

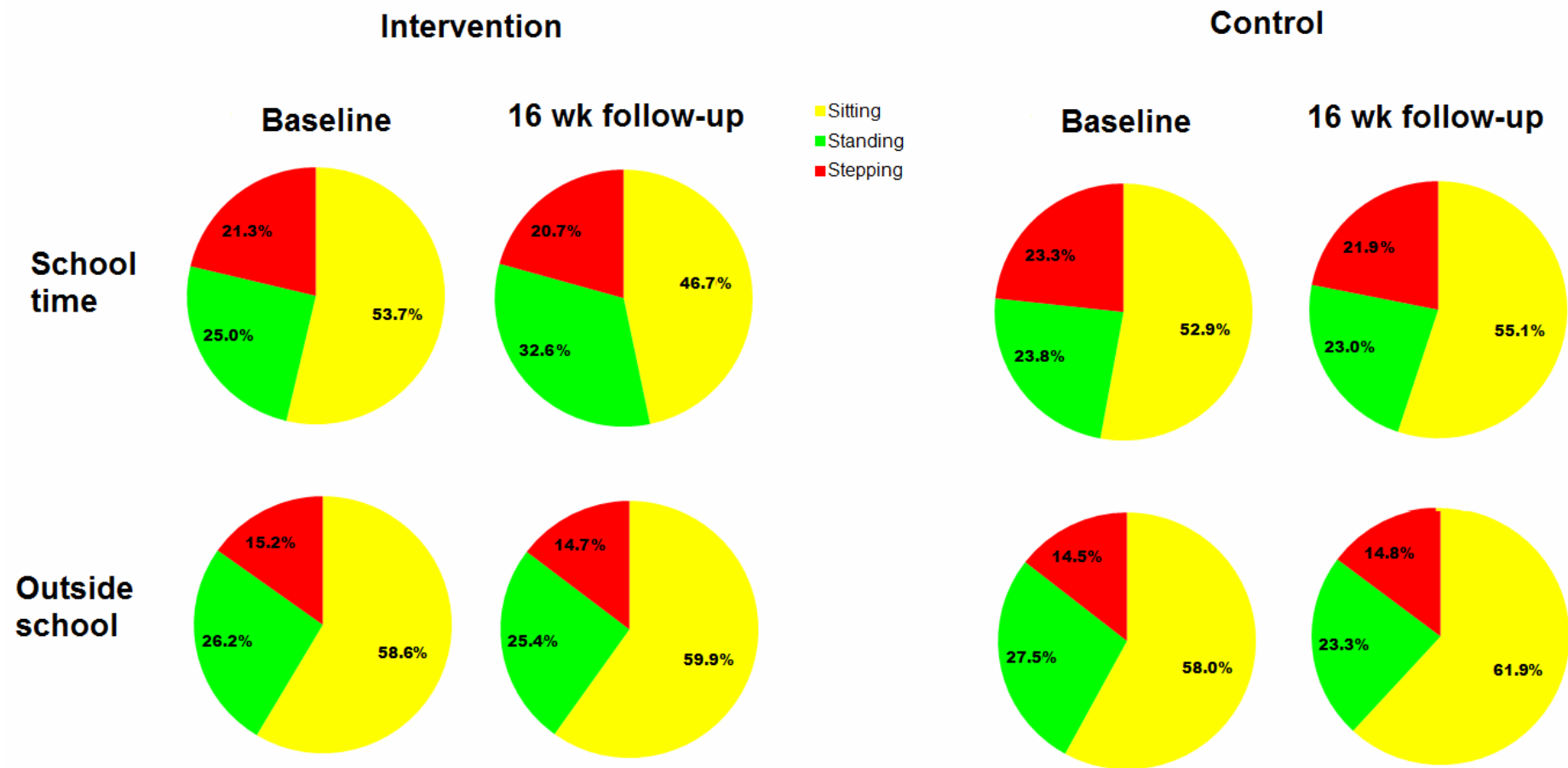


Figure 4. School and outside school time use before and after 16 wk follow-up according group.

Discussion

Considering the high prevalence and harmful effects of sedentary behavior in youth, effective interventions to reduce sitting time in different contexts are warranted. School time represent a third of a children day and more than half of this time is spent sedentarily. Through a 16 week multi-level classroom standing desk intervention, we found significant reductions in sitting time with increase of standing time during school hours. In addition, while control group reduced MVPA at school and standing time outside school, no changes were observed in other domains (i.e. outside school and at the weekend) among intervention group. These findings highlight school environmental changes combined with teachers training and parents involvement (social norms) as a effective strategy to reduce youth sedentary behavior within school with no compensation effect outside school.

Because is a novel research field, the heterogeneity of the classroom standing desks interventions provide mixed results. Most of the previous studies conducted a single-level intervention (environmental) with different types of standing desks (e.g. height adjusted/stand-biased, individual/ in group use), accessories (e.g. stools, exercise balls or bean bags) and classroom structure (e. g. size and place for keeping school supplies) (MINGES et al., 2016). Overall, reductions in sitting time and increases in standing time around 40 to 60 min/d were described (HINCKSON et al., 2016), which corroborate current findings. Previous studies have reported results by specific classes (min/h), school (min/8h) or waking hours (min/15h), which makes comparison difficult. We observed that changes in sitting and standing time were achieved at school time. The absence of differences in activity outcomes indicates that sitting was replaced by standing with few movements. In this sense, Lanningham-Foster et al. (2008) found that active-permissive classroom was more effective to increase steps compared to standing classroom only. In agreement with our findings, Clemes et al. (2015) (two trials: UK and Australia) observed that, even with similar sitting time reduction, when few standing desks were provided for rotating use, more stepping time/counts was achieved compared to individual standing desks. Thus, we still suppose that the size of the classroom can influence the desk mobility and requires students standing quietly. The current intervention classroom had 8 m x 7.5 m of dimension and may have limited 22 students + standing desks (50 cm x 50 cm) + stools (30 cm x 40 cm) to move.

Few studies verified the effects of a chronic higher standing time during classes by on 24 h integrative approach (CHAPUT et al., 2014), as the potential effects on behaviors outside school or during weekends. Two previous studies (which constitutes three trials) analyzed the whole weekdays effects of different classroom standing desks and all found that the reduced sitting reached at school time were followed by a trend to decrease also outside school sitting time (AMINIAN; HINCKSON; STEWART, 2015; CLEMES et al., 2015). Here, we observed that the intervention affected sitting and standing time of the 24 h of a weekday distribution (Figure 3), which was clearly achieved at school time (Figure 4). Thus, besides no adverse effects, intervention group maintained MVPA at school and standing time outside school compared to control group. Also, this is the first study to show that classroom standing desks did not affect weekend behavior. The effects of behavior changes on other domains of life is a important and unclear field. Compensatory and synergic effects of physical activity and sedentary behavior were found in larger epidemiological studies (GOODMAN; MACKETT; PASKINS, 2011; RIDGERS et al., 2014), however further investigations are warranted.

In terms of standing desk patterns use, studies have adopted a free choice to teachers and students. In our training sessions, teachers were encouraged to conducted the majority of their classes through standing activities, however there was no specific target. Thus, probably teachers and students used this tool in different pattern. Unfortunately, here we have no statistical power to perform sub-group analyses, but specific school subjects and students can be more likely to successfully use standing desk while other groups can demand more intensive and specific action to change classroom behavior. For example, younger children who are more active during intervals could prefer be sitting during classes for rest, whereas older and/or matured adolescents could have greater acceptance of standing desks once tend to be less active during recess. The same can be hypothesized for adolescents with different fitness level and body fat.

Nevertheless, the current findings show important evidence regarding to school health promotion. It seems clear that school environment can influence student's behavior (LANNINGHAM-FOSTER et al., 2008). Although children are more active at school compared to outside school hours (week or weekend), more than half of the sitting time of the day is spend in this domain. Because is a novel field, classroom standing desk effects on academic and cognitive outcomes need to

be clarified. However, combined with multi-level actions (e.g. students orientation, teachers training), this strategy showed effectiveness to reduce sitting during classes. Moreover, other specific interventions to reduce transport and leisure sedentary behavior should be combined once this strategy did not affect these domains.

This is the first classroom standing desk intervention conducted out of developed countries. While a complex intervention, our efforts were in order to respect local context such as cultural norms, education system and teaching styles. Probably, there is no completely standardized way to conduct this kind of intervention and studies in other different contexts are warranted. Because this was a non-randomized trial conducted with only two classes from the same school (intervention and control), findings should be viewed with caution. However, this is the first classroom standing desk intervention to systematize multi-level actions. Also, behaviors were 24h objective monitored through gold standard measures of sedentary behavior and physical activity.

Finally, sedentary behavior has been a recent challenge in terms of public health. Among youth, leisure screen time has been more studied, but other types have emerged (HUANG; WONG, 2016). Obviously, different action should be take in order to reduce leisure, transport and school sedentary time. Here, we identified an applicable strategy for reducing school sitting time with no adverse effects on other domains of activity, that is to say that a multi-level classroom standing desks can reduce daily sitting time in youth. Further investigations should aim to understand links in the causal chain in short and long-term through larger cluster randomized controlled trial.

4.2 ARTIGO ORIGINAL 2: SITTING VERSUS STANDING CLASSES: DIFFERENCES IN TERMS OF WEEK AND WEEKEND SEDENTARY BEHAVIOR AND PHYSICAL ACTIVITY

Abstract

Reducing children's sitting time has been a challenge in terms of public health. Although classroom standing desks has been showing promising results, their application and effectiveness in different contexts are still unclear. Here, we compared the whole-week (24h of the 7 days) effects of seat and stand classes on activity outcomes. This was a trial within a broader intervention study to reduce sitting time through classroom standing desks in a 6th grade class (Lisbon, Portugal). Seventeen students completed sedentary behavior (ActivPAL inclinometer) and physical activity (Actigraph GT3X+ accelerometer) assessments in baseline (seated class) and during weeks which stools were removed from the classroom (stand classes). Both conditions were compared in terms of activity behaviors on week (at school hours and outside school) and weekend. As expected, standing classes reduced sitting time (-106.9 min/9h) and increased standing time at school hours (+104.4 min/9h); but also in the whole weekday (-107.4 min/15h of sitting and +100.5 min/15h of standing; $p < 0.05$). A small but significant reduction of standing time was observed on weekend followed by a more standing week (-15.4 min/14h). No difference in physical activity outcomes was found. These findings highlight the potential of classroom standing desk for reducing sitting time in weekdays among 6th grade students.

Keywords: Sitting, Standing Desk, School-based Intervention.

Resumo

A redução do tempo sentado em jovens tem sido um desafio em termos de saúde pública. Apesar das *standing desks* representarem uma promissora estratégia para o ambiente escolar, sua aplicação e efetividade em diferentes contextos não são claras. Nesse estudo nós comparamos os efeitos sub-agudos das aulas em pé com o modelo tradicional de aula sobre os comportamentos adotados nas 24 h do dia. Este foi um experimento dentro de um ensaio clínico que buscou reduzir o tempo sentado em sala de aula através de estações de aprendizagem de altura ajustável em alunos do 6^o ano. Dezesete estudantes foram submetidos a avaliação do comportamento sedentário (ActivPAL) e atividade física (GT3X+) em duas condições: 1) organização tradicional de sala de aula e 2) novo mobiliário sem as cadeiras em sala. Como esperado, foi observado uma redução do tempo sentado (-106,9 min/9h) com concomitante aumento do tempo em pé (+104,5 min/9h) durante as aulas, mas também no dia completo da semana na condição 2 (-107,4 min/15h sentado e +100,5 min/15h em pé; $p < 0.05$). Uma pequena, mas significativa ($p < 0,05$) redução do tempo em pé foi observada nessa condição durante o fim de semana (-15,4 min/14h), sem diferenças em termos de atividade física. Esses resultados destacam o potencial das mudanças ambientais de sala de aula para a redução do comportamento sedentário durante a semana em jovens.

Palavras-chave: Tempo Sentado, Intervenções de Base Escolar.

Introduction

Children have been exposed to highly sedentary environments. In addition to the high prevalence of physical inactivity (achievement of 60 minutes per day of moderate to vigorous physical activity) worldwide (HALLAL et al., 2012), children and adolescents spend most of their days in sedentary behaviors (waking behavior characterized by an energy expenditure ≤ 1.5 METs while in a sitting or reclining posture) (SAUNDERS, 2014; SEDENTARY BEHAVIOUR RESEARCH NETWORK, 2012). These changes in youth lifestyles constitutes a heavy public health burden once is related to physical and mental health in short, medium and long term (BIDDLE et al., 2010; CARSON et al., 2016a; CARSON et al., 2016b).

Considering a school-aged children routine in most countries, opportunities to be active are available in their leisure time, transport and at school hours. The distribution of this time tend to vary, but, mainly in developed countries, children spend more than 50% of their waking time at school, thus school environment constitutes a potential field for active behaviors promotion (ABBOTT; STRAKER; MATHIASSEN, 2013; PETERSON; FOX, 2007). Among the initiatives, most of physical activity interventions at school setting propose general environmental changes, education/motivation sessions or increases in physical education classes (HYNYNEN et al., 2016). Specific interventions to reduce sedentary behavior, although still scarce, have provide changes also in physical/social environment, but have focusing more in classroom time, which is in part natural, once more than 90% of the classroom time is spent sitting (CARDON et al., 2004; HEGARTY et al., 2016).

A recent systematic review of school-based sedentary behavior interventions found that the replacement of traditional classroom desk for standing desks is an important strategy to reduce sitting time among students (HEGARTY et al., 2016). To date, pilot studies showed that classroom standing desks have the potential to reduce around 40 to 60 minutes of sitting time per day, mainly through increasing standing time (HINCKSON et al., 2016; MINGES et al., 2016; SHERRY; PEARSON; CLEMES, 2016). Their impacts on physical activity outcomes (steps, LPA or MVPA) are controversial. Other potential benefits of postural transitions during classes are related to the cognitive function and motor control (BRITTEN et al., 2016; MEHTA; SHORTZ; BENDEN, 2015). However, more evidence about their effectiveness as well as details regarding the delivery (e.g. implementation, conduction) of this type of

intervention is needed. For instance, different types of standing desks (e.g. height adjusted/stand-biased, individual/ in group use), classrooms (e.g. structures, sizes), intervention procedures (e.g. orientations to desks use, levels of actions) and application contexts have been investigated, whereas there is no clear information about "best practices".

Also, the potential positive and negative effects of lower sitting time during school hours on other activity domains of a day (both week and weekend) is unknown. This is especially important once the "activitystat" hypothesis advocates that changes in a domain tend to be compensate in other, which compromises the real effects of the intervention (RIDGERS et al., 2014). In contrast, there is also evidence that advocates in favor of synergic effects, which suggests that promoting active behaviors in a specific domain can increase activity in other domains (GOODMAN; MACKETT; PASKINS, 2011). Therefore, this study aimed to investigate the differences between seat and stand classes on activity outcomes during school time and the impact of less sitting classes on behavior outside school, both on week and weekend.

Methods

Design and sample

This is a sub-study within in ERGUER/Portugal project, which is a cluster controlled trial conducting in school setting in Lisbon. A multi-level intervention with standing desks was delivered for a class of 6th grade (22 adolescents) during 16 weeks. These students aged between 11 and 13 years old and had no limitations that prevent postural changes. Among intervention procedures, the stools were removed from the classroom in three weeks (week 7, 11 and 14) in order to promote experiences with standing classes. For monitoring purposes, behavior of students was assessed in the two last standing weeks. Of the 22 students, five had no valid information of activity outcomes. Thus, 17 students composed the sample. Further methodological information is available elsewhere. The main study was approved by the local ethics committee.

Experimental conditions

The reported intervention was composed environmental (social and physical) and education (teachers training) components. The main focus was the physical environment changes in classroom furniture. Traditional sit desks were replaced by the LearnFit® Adjustable Standing Desk (Ergotron, USA), which allows sit-to-stand transitions and can be moved. Intervention procedures did not provided any recommendations about the time of sit-stand desks use during classes, but teachers were encouraged to, progressively, conducted most class time with students standing and/or moving. In addition, in order to try standing classes, three of the 16 weeks of intervention were without stools and students necessarily spent all classes standing. Therefore, for current purpose, baseline behavior assessment was defined as "seat condition" and the behavior assessment in standing weeks (11 and 14) was defined as "stand condition".

Measures

Descriptive information. Body mass index (BMI) were calculated through weight (nearest 0.1 kg) and height (nearest 0.1 cm) measures. Waist circumference was collected by a Sanny® metal tape (nearest 0.1 cm). Somatic maturation was estimated by the peak of height velocity from trunk-encephalic height (50 cm bench).

Sedentary behavior and physical activity. ActivPAL™ micro device (PAL Technologies Limited, Glasgow, UK) was used to assess time spent lying/sitting, standing, stepping, sit-to-stand transitions, total number of steps and the number of steps taken an intensity of < 110 steps per minute. The device was attached on anterior mid-line of the participant's right thigh through 3M™ Tegaderm™ Transparent Film Roll (4 in x 11yd). Participants were asked to wear the inclinometer continuously for seven days, including shower and sleep time, except in swimming activities. These data were reduced by ActivPAL™ software v.7.2.32. In addition, the Actigraph GT3X+ accelerometer was used to obtain physical activity information. Participants were instructed to wear the device on the right hip (near the iliac crest) during waking hours also for seven days. The device was attached via an elastic belt and was removed only in water-based activities. For current purposes, evaluations

that had four or more days (including one of weekend) of a minimum of 600 minutes of wear were considered valid. The Choi et al. (2011) criteria of wear time and Evenson et al. (2008) cutoffs to PA intensities were applicable with 15s epochs (collected at 30Hz) by Actilife v.6.10.4. For both devices, participants registered if it was removed, the time and reason. In the same daily record, sleep time information were collected.

Statistical analysis

Descriptive data are expressed in frequencies, means and standard deviations or confidence interval of 95%. Shapiro-Wilk checked the data normality. Groups comparisons were made by Student t-test for paired sample or Wilcoxon's test according variables distribution. For analyze purpose, outcomes were divided in four category of occurrence considering the sleep time reported: week (15h), school time (9h), outside school (6h) and weekend (14h). Statistical significance was set at 5% level and data were processed by SPSS software version 21.0.

Results

General characteristics of the study participants are showed in Table 4. Most were female, Caucasian, had not yet been reach the peak of height velocity and normal values of adiposity.

Table 4. Descriptive characteristics of the sample (n = 17).

	Mean \pm SD / n (%)	Min – Max
Chronological age, years	11.8 \pm 0.3	11.5 to 12.5
Female	9 (52.9%)	--
Caucasian	16 (94.1%)	--
Peak height velocity, years	-0.80 \pm 0.98	-2.41 to 0.47
Body mass index, kg/m ²	20.0 \pm 3.3	15.9 to 27.8
Waist circumference, cm	69.9 \pm 9.0	56.0 to 93.0

Table 5 displays activity outcomes in both condition as well as means differences between conditions, on week (school and outside) and weekend. As expected, decreases in sitting time (-59.0%; $p < 0.001$) and increases in standing time (+42.9%; $p < 0.001$) were observed in stand classes. These change

reverberates in total week (sitting time: -26.2%; $p = 0.001$ and standing time: +30.1%; $p = 0.001$), once behavior outside school were equal between conditions. Also, when participants spent the week in stand classes, their standing time were reduced on weekend (-9.5%; $p = 0.022$). Confirming above mentioned results, Figure 5 shows the time distribution (sleep, sit, stand and step) on week and weekend in both conditions.

Table 5. Week (total, school time and outside school) and weekend behaviors according conditions (n = 17).

	Seat classes	Stand classes	Mean differences (CI95%)
Week			
Sitting, <i>min/15h*</i>	517.2 ± 92.4	409.8 ± 87.0	-107.4 (-154.7 to -60.2)
Standing, <i>min/15h*</i>	233.9 ± 65.9	334.4 ± 50.6	100.5 (67.0 to 133.9)
Stepping, <i>min/15h</i>	168.0 ± 44.4	168.8 ± 50.1	0.8 (-23.8 to 25.3)
Step counts, <i>n/15h</i>	13451 ± 3893	13631 ± 4414	179 (-1825 to 2184)
STS transitions, <i>n/15h</i>	79.8 ± 30.2	75.1 ± 23.7	-4.7 (-17.1 to 7.7)
> 110 spm, <i>n/15h</i>	4325 ± 2134	4437 ± 2000	112 (-659 to 883)
LPA, <i>min/15h</i>	241.4 ± 63.4	230.1 ± 50.8	-11.3 (-35.3 to 12.7)
MVPA, <i>min/15h</i>	48.1 ± 21.9	53.6 ± 27.9	5.5 (-3.5 to 14.5)
<i>School time</i>			
Sitting, <i>min/9h*</i>	288.1 ± 44.7	181.2 ± 45.4	-106.9 (-133.6 to -80.3)
Standing, <i>min/9h*</i>	139.0 ± 21.3	243.3 ± 42.6	104.4 (84.1 to 124.6)
Stepping, <i>min/9h</i>	113.0 ± 29.9	114.0 ± 36.7	1.0 (-15.2 to 17.1)
Step counts, <i>n/9h</i>	9339 ± 2896	9378 ± 3182	40 (-1291 to 1370)
STS transitions, <i>n/9h</i>	44.3 ± 22.0	36.2 ± 13.2	-8.1 (-17.6 to 1.3)
> 110 spm, <i>n/9h</i>	3283 ± 1781	3311 ± 1678	27 (-517 to 571)
LPA, <i>min/9h</i>	150.6 ± 36.2	142.2 ± 30.8	-8.3 (-22.5 to 5.8)
MVPA, <i>min/9h</i>	34.3 ± 15.7	37.2 ± 22.7	2.8 (-4.1 to 9.7)
Outside school			
Sitting, <i>min/6h</i>	229.1 ± 73.7	228.6 ± 54.4	-0.5 (-35.2 to 34.1)
Standing, <i>min/6h</i>	95.0 ± 42.2	91.1 ± 32.6	-3.9 (-25.5 to 17.7)
Stepping, <i>min/6h</i>	55.0 ± 22.1	54.8 ± 24.2	-0.2 (-15.8 to 15.4)
Step counts, <i>n/6h</i>	4112 ± 1721	4252 ± 2109	140 (-1168 to 1448)
STS transitions, <i>n/6h</i>	35.5 ± 11.0	39.0 ± 14.6	3.4 (-3.3 to 10.1)
> 110 spm, <i>n/6h</i>	1041 ± 634	1126 ± 811	85 (-365 to 534)
LPA, <i>min/6h</i>	90.8 ± 29.6	87.8 ± 28.6	-2.9 (-17.7 to 11.8)
MVPA, <i>min/6h</i>	13.8 ± 7.5	16.4 ± 11.0	2.7 (-3.2 to 8.6)
Weekend			
Sitting, <i>min/14h day</i>	537.7 ± 127.8	557.4 ± 104.6	19.7 (-54.8 to 94.2)
Standing, <i>min/14h day*</i>	178.0 ± 60.1	162.6 ± 51.6	-15.4 (-48.8 to 18.0)
Stepping, <i>min/14h day</i>	105.7 ± 46.9	101.4 ± 32.8	-4.3 (-33.0 to 24.3)
Step counts, <i>n/14h day</i>	7858 ± 3693	7709 ± 2845	-149 (-2560 to 2262)
STS transitions, <i>n/14h day</i>	66.4 ± 18.0	68.7 ± 18.1	2.3 (-4.0 to 8.6)
> 110 spm, <i>n/14h day</i>	2071 ± 1571	1939 ± 1008	-132 (1,066 to 802)
LPA, <i>min/14h day</i>	172.6 ± 53.4	180.9 ± 48.8	8.2 (-3.4 to 19.9)
MVPA, <i>min/14h day</i>	22.4 ± 19.3	27.3 ± 19.7	4.9 (-6.5 to 16.3)

Note. STS = sit-to-stand; spm = steps per minute. * $p < 0.05$ between conditions.

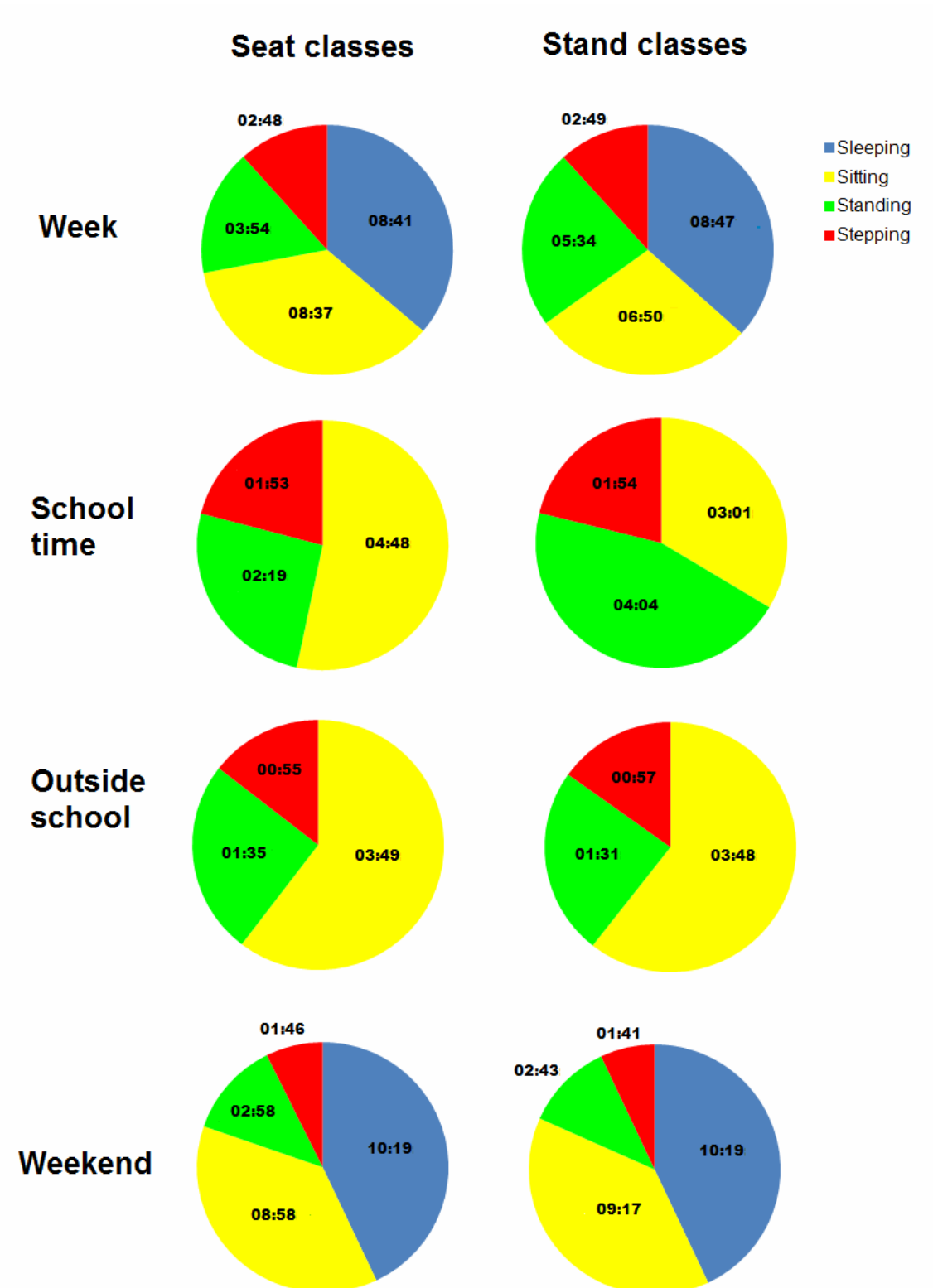


Figure 5. Week (total, school and outside school) and weekend time distribution by conditions. Note. Values are presented by h:min.

Discussion

Classroom standing desks have been proposed as a novel way to reduce sedentary behavior at school setting. Despite promising findings, few robust interventions were conducted and details regarding their delivery are still lacking (SHERRY; PEARSON; CLEMES, 2016). In the current study, we observed that an important amount of school sitting time can be replaced by standing when stools was removed from the classroom, with no compensatory effect on week outside school hours. However, students spent less standing time in the weekend followed by a week with more standing classes. Although it was only two stationary conditions (seat and stand classes), these findings highlight the potential of this environmental change to reduce daily sitting time among school-aged children and advances current knowledge regard to the whole-week acute effects of this kind of intervention.

It is know that behavior changes interventions have to be specifically target, and acting on multiple levels of the behavior determination (GARDNER et al., 2016). Classroom sitting time is one of the sedentary behavior domains among youth; and is influenced by social and cultural norms (e.g. history, education norms, teaching style, curriculum) as well as classroom environmental (e.g. classroom furniture). Thus, wider interventions (social ecological framework) tend to be more effective compared to single levels interventions only. For instance, a recent systematic review (HEGARTY et al., 2016) concluded that, among strategies aimed at reducing sedentary behavior at school setting, replacing traditional classroom sitting desks for standing-permissive desks showed higher effectiveness. Generally, this type of intervention also acts in other levels, as education and motivation (students and teachers) to use the new furniture (CLEMES et al., 2015). However, specific details about the best way to implement standing desks in classroom environment need to be clarified.

Testing a more aggressive/radical strategy (without stools/rest), we observed that more than 100 minutes of school sitting can be replaced by standing time during school hours. Previous trials found sitting time reductions around 40 to 60 minutes, which can vary according to the reference time of measure (i.e. day, school hours or specific classes) (HINCKSON et al., 2016). One of the explanations of this difference can be related to the characteristics of the intervention. Studies have been adopted "natural interventions", allowing teachers and students freely choice regard to the

dynamic as well as the postural transitions during classes. Most of them provide individual stools, elastic balls or even some beanbags where students could rest. Moreover, previous investigations with classroom standing desks took place over three to 12 months, providing different levels of adaptability with the new furniture use as well as their interaction with outside school activities (MINGES et al., 2016). Thus, although current participants were under a multi-level intervention process for gradually change classroom behavior (less sitting) at least for 10 weeks, our findings should be viewed as a stationary comparison between different classroom organizations in relatively adapted students.

In addition to school time changes, their effects outside school is less studied in general school-based interventions (CHAPUT et al., 2014). Here, even with an intensive approach, we found that changes achieved in school hours were equally realized in 24h of the weekday analysis. This information is especially relevant in order to effectively promote health behavior, once the behavior change in a domain can be compensate in other domain. For example, Mansoubi et al. (2016) observed that an intervention with standing workstations reduced sitting time during working hours among office workers; however, during the intervention participants compensated this reduction with increases in sitting in the non-working hours. Among previous classroom standing desk interventions, Aminian et al. (2015) (New Zealand) and Clemes et al. (2015) (two interventions: UK and Australia) analyzed the whole weekday effects of the intervention. In all cases, reductions in sitting reached with intervention (school hours; with different strategies) were followed by a trend to decrease also outside school sitting time, which is not supported by our findings. In addition, we found a small but significant compensatory effect of a more standing week through reduced standing time on weekend (-15.4 min/14h). To the best of our knowledge, this is the first evidence regarding the acute effects of this kind of strategy on weekend. Five consecutive days with higher standing time can provide a cumulative overload on students, which should be detect in the end of the week only. Long-term interventions should investigate the chronic effects of the classroom standing desk intervention on leisure behavior.

Interestingly, we observed that classroom standing desk not affected activity outcomes (steps, LPA and MVPA). Previous studies showed increases on steps counts (BENDEN et al., 2014) and LPA LPA (LANNINGHAM-FOSTER et al., 2008), but differences regard to the type of standing desk, their use, contexts and other

classroom aspects as organization, size and structure can influence the dynamic of the work with standing desks. Also, probably more intensive actions in others components and levels (e.g. training with teacher, curriculum adaptations) should be provide to have more dynamic classes. However, the current results (- 107 minutes of sitting and + 100 minutes standing per day) can provide important benefits for children's health. Although is still unclear the best combination between activity behaviors (SARDINHA et al., 2016), interrupting sitting time with short bouts of activity seems improve metabolic outcomes (BELCHER et al., 2015). In overweight adults, for example, the positive effects of 2.5h standing during a workday on ambulatory blood pressure seems be similar to higher intensity activities (walking and cycling) (ZEIGLER et al., 2016). Since is a novel research field, further investigation is warranted in order to understand long-term effects of different pattern of sitting interruption/reduction (e.g. duration, intensity, characteristic) on health.

Methodological aspects of the current study should be point out. This was a trial within a broader intervention study. One of the strategies of the intervention was to remove the stools from the classroom some weeks in order to provide stimulus through experiencing standing classes; and assessments were performed in these conditions. Therefore, if standing classes with no stools or other rest way were providing to non-adapted students, result would be different not only during school hours but mainly in outside school as compensation. Once the "stand class" arm of the trial were performed in weeks 11 and 14, we have to consider possible adaptation effects between then. However, we provide details about a novel and promising strategy to reduce sitting time at school; our intervention process consisted in multi-level action through students and parents participation as well as teachers training; and we assessed sedentary behavior (activPAL inclinometer) and physical activity (GT3X+ accelerometer) through objective validated instruments 24h per day during the whole week.

Thus, we highlight the potential of classroom standing desks to reduce sitting time in weekdays, which can represent almost 60% of a school and more than 20% of daily sitting time. Considering the effects on weekend, this action should be followed by specific actions to promote active behaviors also on weekend. Finally, once we tested an aggressive strategy, their acceptability, feasibility and academic/cognitive effects have to be investigated. If sustainable and with no

negative side effects, it could represent an important strategy to improve school-aged children's health.

4.3 ARTIGO ORIGINAL 3: THE EFFECTS OF A CLASSROOM STANDING DESK INTERVENTION ON COGNITIVE FUNCTION AND ACADEMIC ACHIEVEMENT IN 6TH GRADE STUDENTS

Abstract

The replacement of traditional classroom desks for active-permissive desks has been tested in order to reduce sitting time during classes. However, the effects of this new classroom furniture on academic outcomes were still unclear. We aimed to verify potential effects of a multi-level classroom standing desk intervention on cognitive function and academic achievement in 6th grade students. This was a controlled trial conducted with two classes (intervention [n = 22] and control [n = 27]) from a public school of Lisbon. Intervention was carried out during 16 weeks and consisted in multi-level actions (students, parents and teachers) centered in the implementation of standing desks in a intervention classroom. Pre and post assessments of some executive functions (attention, inhibitory function, memory and fluid intelligence) and academic achievement were obtained. No differences between groups were found in baseline ($p > 0.05$). Both groups improved academic achievement, memory span and inhibitory control after the intervention (time effect; $p < 0.05$). Interactions *group vs time* were observed with regard to operational memory (intervention: +18.0% and control: +41.6%; $p < 0.05$) and non-verbal fluid intelligence (intervention: -14.0% and control: +3.9%; $p < 0.05$). We concluded that a multi-level classroom standing desk intervention showed some negative effects in specific cognitive abilities after 16 weeks, but with no impact in academic achievement.

Keywords: Sitting, Standing Desk, Cognition, Academic Performance, School-based Intervention.

Resumo

A substituição das mesas tradicionais de sala de aula por estações de aprendizagem em pé tem sido testadas no sentido de reduzir o tempo sentado dos jovens. Contudo, seus efeitos sobre o desempenho cognitivo e acadêmico não foram investigados. Nosso objetivo foi verificar os efeitos do novo mobiliário de sala de aula sobre funções cognitivas e desempenho acadêmico em alunos do 6° ano. Este foi um ensaio clínico conduzido com duas turmas (intervenção: n=22; controle: n=27) de uma escola pública de Lisboa. A intervenção teve a duração de 16 semanas e consistiu em ações em múltiplos níveis (ambiente social e físico), centrada na substituição do mobiliário de sala de aula. Quatro funções cognitivas (atenção, função inibitória, memória e inteligência fluida) e o desempenho acadêmico foram avaliados antes e após a intervenção. Não foi observada diferença entre os grupos na linha de base ($p > 0,05$). Ambos os grupos aumentaram o desempenho acadêmico (efeito do tempo). Interações grupo vs. tempo foram identificadas no indicador de memória operacional (intervenção: +18,0% e controle: +41,6%; $p < 0,05$) e inteligência fluida (intervenção: -14,0% e controle: +3,9%; $p < 0,05$). Concluímos que a intervenção apresentou efeitos negativos em algumas capacidades cognitivas, porém sem impacto no desempenho acadêmico.

Palavras-chave: Tempo Sentado, Cognição, Performance Acadêmica, Intervenções de Base Escolar.

Introduction

Besides the negatives effects of sedentary behavior for physical health, it seems be also harmful for mental and cognitive health (HOANG et al., 2016). Even the benefits of physical activity on brain are important and still more highlighted (DE SOUTO BARRETO et al., 2016), the potential effects of prolonged sitting time on cognitive processes has been gradually elucidated (FALCK; DAVIS; LIU-AMBROSE, 2016). Naturally, the main focus of the studies has varied between age groups. Among older adults, the effects of sedentary behaviors worry especially about degenerative mental diseases (FALCK; DAVIS; LIU-AMBROSE, 2016); in adulthood, the concern is productivity (HEALY et al., 2016); while academic achievement and some executive functions seems be more investigated throughout childhood and adolescence (DONNELLY et al., 2016).

In youth, the more common reference to sedentary behavior is through screen time (e.g. TV, video game, computer, smartphones) (WU et al., 2016). However, sedentary behavior is defined as any waking behavior characterized by an energy expenditure ≤ 1.5 METs while in a sitting or reclining posture (SEDDENTARY BEHAVIOUR RESEARCH NETWORK, 2012). Thus, constitutes a broader range of activities that can occur during leisure time (e.g. at home, public spaces, travel), in commute (e.g. private or public transport) or at school (e.g. recess, classroom time). In general, an adolescent spent around 8 to 10 hours per day in sedentary behaviors (CHAPUT et al., 2016); and the educational systems can be seen as major promoter of this harmful behavior. Considering that school-aged children sleep around 8 to 10 hours per day, a half of their waking time is spent at school; and this time is mostly sedentary (total $\sim 60\%$; in classroom $\sim 90\%$) (CARDON et al., 2004). In other words, of the approximately 8.5 hours of a children spend sedentarily, 4.8 hours (57%) occurs at school (SILVA et al., 2017). Thus, the school but especially classroom environment constitutes a promising field to reduce overall sedentary behavior among youth.

Among the initiatives aimed to reduce sedentary time at school, the replacement of traditional desks has been the most effective intervention (HEGARTY et al., 2016). Besides few robust studies are available, this strategy seems reduce

sitting time during classes (revisions) with no compensatory effects in other domains (SILVA et al., 2017). It is speculated that less sitting time during classes could also improve cognitive and academic skills through mechanisms related to the disturbance of the homeostasis (AMINIAN; HINCKSON; STEWART, 2015; DORNHECKER et al., 2015; KOEPP et al., 2012; MEHTA; SHORTZ; BENDEN, 2015). Higher blood flow, growth factors and myokines releases through muscle contraction can affect brain activity and function (VOSS et al., 2014). Also, long-term changes in energetic metabolism and adiposity caused by less sitting time may act in brain structure and functioning (VAYNMAN; GOMEZ-PINILLA, 2006). Additionally, some commercial classroom standing desks also allows moving around and working in collaborative groups, which can provide more dynamic classes, improving engagement, attention, flux of ideas and memory (CLEMES et al., 2015; MINGES et al., 2016). However, no objective evidence of the benefits of this new strategy based on controlled trials is available.

Thus, the current study aimed to verify the effects of 16 weeks of a multi-level classroom standing desk intervention on cognitive function and academic achievement in 6th grade students. Considering the acute and chronic benefits of active lifestyles (OPPEZZO; SCHWARTZ, 2014; SARDINHA et al., 2014; SUCHERT; HANEWINKEL; ISENSEE, 2016; SYVAOJA et al., 2013) and other types of intervention to break sitting time in classroom on cognitive and academic skills (BRITTEN et al., 2016; MAHAR, 2011), it is expected that classroom standing desk provides a relevant opportunity for improve health, cognitive and academic outcomes at same time.

Methods

Design and sample

The ERGUER/Portugal project is a cluster controlled trial conducting in school setting. For convenience, were selected two classes of sixth grade from a great size, public and centre located school of Lisbon. Students from these two classes were invited to participate and those who aged between 11 and 13 years-old, were able to postural changes and return the informed consent signed by parents/guardians were included (Figure 6 displays the participants flow diagram).

Classes were divided in intervention (IG) and control group (CG). Intervention consisted of a multi-level sit-stand desks intervention during classroom time for 16 weeks with two assessments points (pre and post). The study was approved by the local ethics committee.

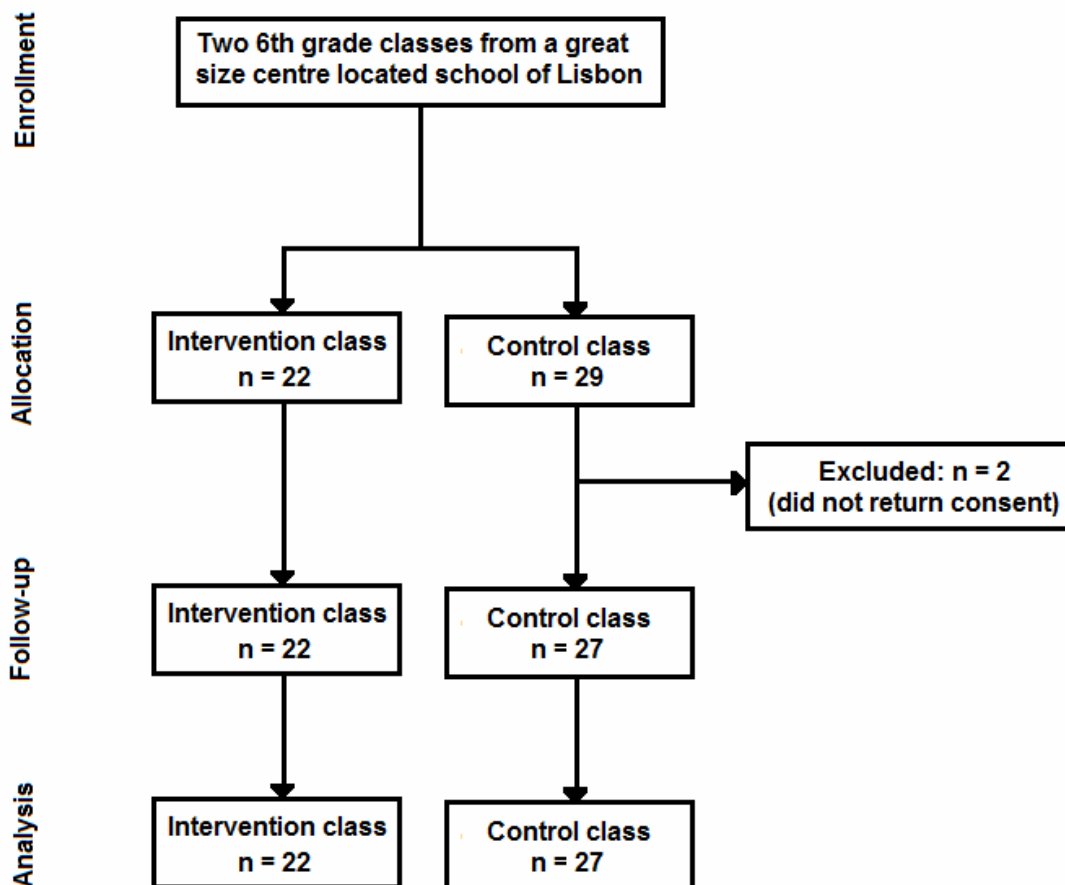


Figure 6. Sampling flow diagram.

Intervention procedures

Intervention was composed by physical and social environmental changes; and school teachers training. *Physical environment* was modified through the exchanges of traditional sit desks for the LearnFit® Adjustable Standing Desk (Ergotron, USA). Besides allowing postural changes, these desks can be moved and thus expanding possibilities of activities. The *social environmental* component was mainly target on family support through meetings along the intervention. Finally, the

education component was developed through six training sessions with school teachers. Details of the intervention procedures were described elsewhere.

Measures

Descriptive information. Body mass index (BMI) were calculated through weight (nearest 0.1 kg) and height (nearest 0.1 cm) measures. Somatic maturation was estimated by the peak of height velocity from trunk-encephalic height (50 cm bench) (MIRWALD et al., 2002).

Academic achievement. Participant's marks were obtained by routine school evaluation. Grades of language (Portuguese), mathematics, natural science, foreign language (English), history, visual education, music and technology were provided before (at the end of the first in period) and after the intervention (at the end of the academic year). Student's marks range from 1 (very poor) to 5 (very good). For analysis purpose, the sum of these eight marks was considered.

Cognitive function. Four tests which assess different components of cognitive function were performed: 1) *Corsi block-tapping* test was adopted to verify the operational and visuospatial memory, which showed good validity for children and adolescents (FARRELL PAGULAYAN et al., 2006). This test consists in memorizing some cubes that blinks on a screen. Among nine cubes, task starts with two blinks and increases progressively. If the participants cannot memorize cubes blinked in the correct order, test ended. The test span (CB span) and total score (CB total score) were adopted as performance indicators; 2) *Stroop Color* test was used to assess executive function, particularly inhibitory control. This test is composed by three phases (12 tasks each) that requires point out color name/color printed through computer arrow keys left and right as fast as possible. In the congruent phase, a rectangle printed is shows and subjects have to indicate color printed (color name and printed is the same). In the neutral phase just written color is showed (all in write) and subjects had to indicate just color's name. Finally, in incongruent phase color's name are showed printed in different color (e.g. "red" printed in blue). So, subjects had to indicate printed color and not written color. Reaction time (time spent) and accuracy (correct answers) in each phase were adopted as indicators. The Stroop

test is related to the activation of prefrontal cortex regions responsible for inhibitory control (LEUNG et al., 2000); 3) *d2 test* was adopted to assess selective attention and power of concentration. This test consists in one-page with 14 rows each containing 47 interspersed *d* and *p* characters. These characters have one to four dashes above and/or below and subjects have to select all *d* with two dashes (e.g. *d*", '*d*', or "*d*'). Thus, all *p* and *d* with more or less than two dashes are distracters. Subjects have still time pressure (20s each row) and no pauses are allowed. Total of correct marks (accuracy) was adopted as main score. The *d2 test* showed high test-retest reliability and validity (BATES; LEMAY JR., 2004); and 4) *Raven's Progressive Matrices* was performed to assess non-verbal fluid intelligence. This test consists in 60 multiple choice questions divided in three progressive phases. In each question, subjects have to identify missing element that completes a pattern without time pressure. As outcome, a standard score (percentile) that reflects correct answers was calculated. Raven's test had their psychometric properties tested and seems one of the best options to assess fluid intelligence (CARPENTER; JUST; SHELL, 1990; PRABHAKARAN et al., 1997). Both tests 1 and 2 were performed, in that order, on computer after standard instructions and familiarization (previous attempt). The last two tests were performed manually (paper-and-pencil) in groups of 8-10 participants.

Statistical analysis

Descriptive data are expressed in frequencies, means and standard deviations or confidence interval of 95%. Shapiro-Wilk was used to check the normality of data distribution. Baseline comparisons were made by Student t-test for independent sample, Mann-Whitney and Chi-squared tests according variables characteristics. Generalized estimating equation (GEE) models were used for comparisons within and between groups for cognitive outcomes before and after the intervention. Poisson log-linear (for academic achievement and Corsi test outcomes), binary (congruent phase of Stroop test) and gamma (for other outcomes) distributions were adopted. Statistical significance was set at 5% level and data were processed by SPSS software version 21.0.

Results

Baseline characteristics of the participants (22 intervention and 27 control group) are presented in Table 6. Overall, they were mostly Caucasian, did not achieve the peak of height velocity and had normal BMI. No initial difference between groups was observed ($p > 0.05$).

Table 6. Baseline characteristics of the sample.

	Intervention group (n=22)	Control group (n=27)	p-value
Chronological age, years	11.8 ± 0.4	11.6 ± 0.5	0.144
Female	10 (45.5%)	16 (59.3%)	0.336
Caucasian	21 (95.5%)	26 (96.3%)	0.856
Peak height velocity, years	-1.05 ± 1.15	-0.93 ± 1.05	0.704
Body mass index, kg/m^2	19.7 ± 3.0	18.9 ± 3.4	0.154
Academic achievement, total score	26.5 ± 5.0	27.0 ± 4.5	0.717
Corsi block test			
Span, level	5.4 ± 1.0	5.3 ± 0.6	0.775
Total score	44.4 ± 15.2	40.6 ± 9.6	0.501
Stroop test			
<i>Congruent phase</i>			
Reaction time, ms	1697.5 ± 230.0	1638.4 ± 186.0	0.325
Accuracy, %	97.7 ± 3.8	98.8 ± 3.0	0.287
<i>Neutral phase</i>			
Reaction time, ms	1781.1 ± 252.7	1768.9 ± 227.6	0.984
Accuracy, %	98.5 ± 3.3	98.5 ± 4.0	0.802
<i>Incongruent phase</i>			
Reaction time, ms	2114.2 ± 341.4	2184.2 ± 227.2	0.278
Accuracy, %	94.7 ± 7.5	91.4 ± 14.3	0.608
D2 test			
Accuracy, %	71.1 ± 29.1	63.7 ± 30.8	0.332
Raven matrices test			
Standard score, percentile	75.8 ± 25.3	68.7 ± 25.4	0.412

Changes in main outcomes (academic achievement and cognition tests) after 16 weeks of were displays in Table 7. Both groups improved academic achievement, memory span and inhibitory control (time effect). Interactions *group vs time* ($p < 0.05$) were observed in operational memory and non-verbal fluid intelligence indicators. In the first (Corsi test), both group increased, but control group showed higher increase. In the second (Raven matrices), while control group did not change, intervention group showed a trend for reduce the test's standard score. Figures 7, 8 and 9 displays these findings in terms of relative changes.

Table 7. Mean changes (confidence interval 95%) in academic achievement and cognition tests after 16 weeks of follow-up according experimental groups.

	Intervention group (n=22)	Control group (n=27)
Academic achievement, total score*	1.95 (0.79 to 3.12)	2.04 (1.26 to 2.81)
Corsi block test		
Span, level*	0.32 (-0.14 to 0.78)	0.89 (0.47 to 1.30)
Total score †	4.68 (-4.09 to 13.45)	15.52 (8.66 to 22.37)
Stroop test		
<i>Congruent phase</i>		
Reaction time, ms*	-146.2 (-249.1 to -43.2)	-116.2 (-180.5 to -51.8)
Accuracy, pp.	0.76 (-1.19 to 2.70)	0.00 (-1.83 to 1.83)
<i>Neutral phase</i>		
Reaction time, ms*	-77.7 (-195.8 to 40.4)	-102.2 (-193.5 to -10.9)
Accuracy, pp.	-4.55 (-14.3 to 5.18)	0.62 (-0.95 to 2.18)
<i>Incongruent phase</i>		
Reaction time, ms*	-70.4 (-198.5 to 57.6)	-140.4 (-249.6 to -31.1)
Accuracy, pp.	-3.41 (-8.20 to 1.38)	2.47 (-3.51 to 8.45)
D2 test		
Accuracy, pp	-7.4 (-24.4 to 9.5)	2.9 (-8.7 to 14.5)
Raven matrices test		
Standard score, ppt	-10.5 (-23.5 to 2.4)	2.7 (-4.0 to 9.4)

Note. * $p < 0.05$ for time. † $p < 0.05$ for time vs group interaction. pp = percentage points. ms = millisecond.

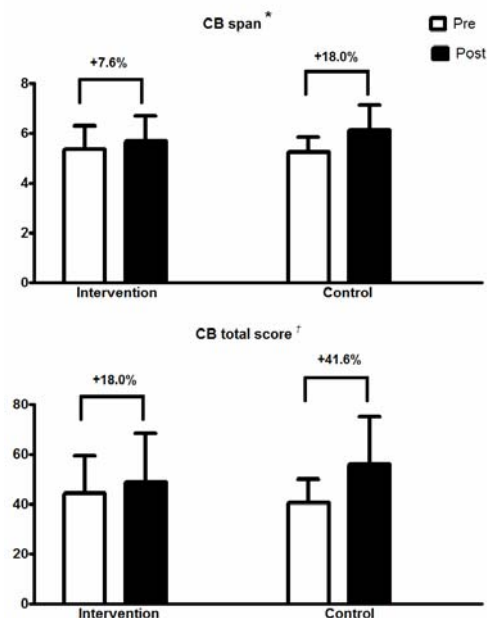


Figure 7. Corsi block-tapping test results (span and total score) pre and post 16 weeks of intervention in both groups. Data are expressed by mean and standard deviation. **Note.** * $p < 0.05$ for time. † $p < 0.05$ for time vs group interaction.

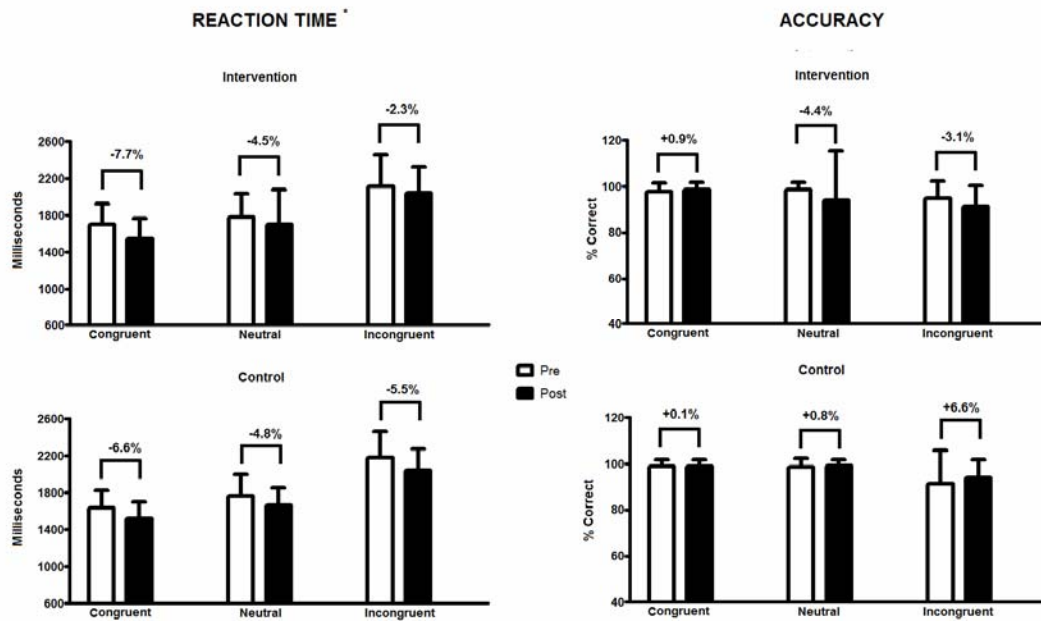


Figure 8. Stroop Color test results (reaction time and accuracy) pre and post 16 weeks of intervention in both groups. Data are expressed by mean and standard deviation. **Note.** $*p < 0.05$ for time in all the phases.

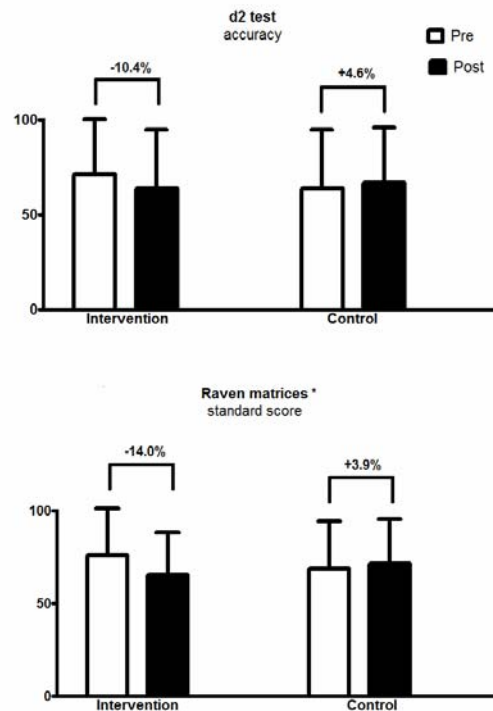


Figure 9. Relative changes in d2 test and Raven matrices performance after 16 weeks of intervention in both groups. Data are expressed by mean and standard deviation. **Note.** $*interaction\ group\ vs\ time\ (p < 0.05)$.

Discussion

The main findings of the current study is that an intervention to reduce classroom sitting time - through standing desks - led to negative effects on cognitive abilities after 16 weeks, but did not change academic achievement. This is the first study to investigate the effects of multi-level classroom standing desk intervention on different cognitive outcomes. Decreases on operational memory and non-verbal fluid intelligence were not expected. Therefore, we had potential explanations for these results. Firstly, it was a multi-level intervention which required much involvement of the students with assessments, orientation sessions and general pressure. Second, the novelty of the intervention could led instability on teacher's pedagogical work which may have influenced the students. Third, once study was conducted with only two classes for the same school, potential competitiveness between classes might have been created; and, in turn, the control class would have responded better.

Our surprising regarding to the results is mainly due to the positive findings observed previously. Pilot studies had showed directly and indirectly promising effects of classroom standing desks on cognition and academic engagement (AMINIAN; HINCKSON; STEWART, 2015; DORNHECKER et al., 2015; KOEPP et al., 2012; MEHTA; SHORTZ; BENDEN, 2015). Results from feasibility studies highlight that classroom standing desks has the potential to reduce sitting time without negative changes or even with improves in academic engagement and cognitive abilities (MEHTA; SHORTZ; BENDEN, 2015). However, besides these evidences is still poor (e.g. small sample size, lack of control group), methodological differences between interventions might explain conflicting results. For example, Aminian, Hinckson and Stewart (2015) tested a different classroom organization with height-appropriate standing that not allows postural transitions (in group use); with no stools, but Swiss balls for rest. They found no significant differences in inattention and hyperactivity, but a teacher reported that Swiss balls was an important tool for children with attention deficit hyperactivity disorder. We adopted individual sit-to-stand desks that also allows moving; but with traditional stools. In turn, Mehta et al. (2015) were the first to measured objective indicators of cognition and found improvements on performance in some cognitive abilities and prefrontal cortex activation (during the tests) after a scholar year of standing desks use among high school students. However, they follow-up period was twice as high as that ours;

besides, they had no control group and offered \$25 to participants for each testing. It is known that adolescents are differently sensitive to incentives (PAULSEN et al., 2015) and although we provide standard orientation and verbal encouragement, these kinds of issues can explain divergences between results.

Additionally, in most school-based intervention is difficult to control all potential confounders that influence cognition during adolescence (important transition phase) (TARP et al., 2016) as well as to guarantee that changes in cognitive function is caused by postural transitions. Our intervention was effective to reduce sitting time and increase standing time at school with no effects outside school both on weekday and weekends. Also, no changes we observed in sleep duration, which could influence cognition abilities (DEWALD et al., 2010). However, we did not have the control of behaviors, social and biological changes during the intervention. Thus, process evaluation is needed to better understand mediators, moderators and potential links in the causal chain.

Potential acute and chronic mechanisms have been proposed to support physical activity and more recently sedentary behavior interventions seeking to cognition optimization. Cellular (e.g. neurogenesis, synaptic plasticity, functional connectivity), systems-level (e.g. insulin metabolism, neuroendocrine function, adiposity, vascularization) and behavioral (e.g. depressive symptoms, mood, affectivity, self-regulation) changes induced directly and indirectly by muscle contraction are related to brain structure and functioning (VOSS et al., 2014). However, while the evidence have reported physical activity effects or even overlapping with sedentary lifestyles pathways, independent effects of sedentary behavior on brain is still unclear. For instance, orthostatic posture (in opposite to sitting) requires hundreds of muscle contractions; in a acute way, these contractions could improve blood flow, release growth factors and myokines, which, in turn, can optimize cognitive processes (VOSS et al., 2014). Chronically, the potential effect of less sedentary behavior on cognition may also pass through lower adiposity, insulin resistance, inflammation and changes in brain structure (e.g. hippocampal volume) (VAYNMAN; GOMEZ-PINILLA, 2006).

Although still controversial, recent empirical data suggests that breaks in sitting time through bouts of at least 10 minutes of physical activity may improve some executive function and academic skills among youth (HILLMAN et al., 2009; HOWIE; SCHATZ; PATE, 2015; MAHAR, 2011). However, it is not clear how the

breaks affect specific executive functions (DROLLETTE et al., 2012) and their effects for different students. Interestingly, greater benefits were observed among lower IQ and lower initial grades students (HOWIE et al., 2015; RESALAND et al., 2016), which is especially important once adolescents who had lower academic performance tend to be more sedentary (LIZANDRA et al., 2016). In addition, the effects of breaks in sitting time can also vary according to gender or physical fitness (HOWIE et al., 2015). Here, unfortunately, we have no statistical power to perform sub-groups analysis, but probably also different learning styles should influence intervention effects. Although the above presented evidence, it is important to mention that previous studies tested more intensive breaks (through moderate physical activity), while our intervention only led to the replacement of sitting to standing time. To date, even with evidence of the harmful effects of uninterrupted sedentary behavior, there is no consensus upon what should be done during break periods (BERGOUIGNAN et al., 2016; FANNING et al., 2016; MULLANE et al., 2016; PILCHER; BAKER, 2016; PULSFORD et al., 2016; WENNBERG et al., 2016).

Seen in these terms, despite the evidence of physical activity, exercise and mainly physical fitness benefits for cognitive function seems clear, the effects of the sedentary behavior not. Different type, duration and pattern showed mixed results, especially because some sedentary activities can stimulate cognition (e.g. studying, working, playing board games) (AGGIO et al., 2016; MAHER et al., 2016). Our intervention reduced sedentary behavior only at school. In other words, the same academic activities were performed, but standing instead sitting. Although the specific contexts of behavior outside school were not assessed, we did not observe changes in sitting time outside school. In addition, no effect on activity outcomes were found (step counts, LPA or MVPA), which could help the results interpretation. We suppose that the reduced sitting time (-34.9 minutes per day) through increases in standing time (+ 38.1 minutes per day) was insufficient to promote benefits on cognition and perhaps sitting time should be replaced by more active tasks. Considering the flexibility of the standing desks used, in terms of moving and working in collaborative groups, more dynamic classes are possible. More research about pedagogical work with this new tool is needed in order to provide varied and enjoyable experiences for students. Probably, is not only a reduction of sitting but their interaction with higher levels of physical activity could optimize cognitive abilities.

An important topic regarding the effects of behavior interventions on cognition is their applicability. Even more evident exposures (i.e. physical activity, physical fitness) seems predict isolate cognitive abilities, is not clear how these abilities are translated to practice (e.g. general learning, better academic and productive life) (HILLMAN; BIGGAN, 2016). Here, for example, the negative effect observed in some cognitive abilities (pre and post comparisons) was not transferred to academic achievement. Thus, future studies should consider more practical outcomes.

Limitations of the current study include a small sample size, short follow-up period for substantial cognitive changes and lack of control of variables that might influence the outcomes (e.g. process evaluation of classes happens, sleep patterns or other leisure behaviors). Importantly, even with methodological cautions related to the cognitive tests application, the school dynamic avoids us to control many variables. The tests were performed in different periods of the day and we could not control the procedures before tests (e.g. students comes from recess, more intensive classes). Also, we could not controlled student's motivation to perform cognitive tests. Although a trained assessor provided orientation and verbal encouragement for all, we have to consider that it might have influence on results. However, we showed for the first time the effects of a multi-level classroom standing desk intervention on different domains of executive function and academic achievement, advancing in current knowledge. Obviously, many more studies is needed for clarify this field. Recently, Hillman and Biggan (2016) highlighted some gaps on the relationship between physical activity, brain and cognition in childhood. Being a more recent research field, there are still more gaps and further studies should explore the sedentary behavior effects on brain and cognition, especially in terms of their different contexts, patterns, dose-response, individuality, and sensitive periods.

Finally, we concluded that a classroom standing desk intervention showed negative effect in some cognitive abilities after 16 weeks, but with no impact in academic achievement. These effects should also be interpreted as whole intervention process more than only postural changes and less sitting classes. Larger studies, with longer follow-up periods and process evaluation are warranted to clarify chronic effects and mechanisms of classroom standing desks as well as their interaction with biological development processes.

4.4 ARTIGO ORIGINAL 4: ACCEPTABILITY, BARRIERS AND FACILITORS OF SUCCESSFUL STANDING DESK INTERVENTION ON CLASSROOMS: INSIGHTS FROM STUDENTS, PARENTS AND TEACHERS

Abstract

Classroom standing desks is a promising strategy to reduce and/or interrupt school sitting time, however there is no detailed information about their implementation. Here we verified their acceptability and identified different levels of success determinants of this new classroom furniture. Intervention arm students (n = 22), parents (n = 29) and teachers (n = 9) of a controlled trial conducted in Lisbon (ERGUER project) reported their perception and opinions regarding the standing desk use. Mixed approach was adopted for data analysis. Students reported legs and back pain (100%) and feel more easily distracted (77.3%) when use the new furniture, however some good experiences were reported. Parents did not perceived any benefits of the standing desks in behavior or academic performance, and most reported offspring's tiredness and environmental determinants. Teachers pointed wider range of success determinants, focusing in political, pedagogical and environment issues. While almost all teachers (88.9%) reported desire to continue using the standing desks, only 58.6% of parents and 27.3% of students reported intention to continue. This current mixed approach highlights the importance of multi-level actions to effective implementation of classroom standing desks, helping the interpretation of the trial findings, improving external validity as well as giving directions for the future of this educational and health field.

Keywords: Sitting, Standing Desk, School-based Intervention.

Resumo

As chamadas *standing desks* vem sendo uma das mais promissoras estratégias para reduzir o tempo sentado no ambiente escolar, todavia, pouca informação detalhada sobre sua implantação está disponível. Assim, buscamos verificar a aceitabilidade e identificar determinantes para o sucesso neste tipo de intervenção. Estudantes (n = 22), pais (n = 29) e professores (n = 9) submetidos a uma intervenção centrada na substituição do mobiliário de sala de aula reportaram suas percepções e opiniões (questionários) sobre o uso das mesas que permitem o trabalho em pé em uma turma de 6° ano. Estudantes reportaram dores nas pernas e na coluna (100%) e sentimento de que eram mais facilmente distraídos (77,3%) quando usavam as novas mesas, contudo algumas boas experiências também foram reportadas. Os pais não perceberam qualquer efeito da intervenção em termos comportamentais e desempenho acadêmico, contudo eles reportaram determinantes em níveis intra-pessoais (cansaço dos filhos) e ambientais (sala de aula e mesas) para o sucesso da intervenção. Os professores foram os que reportaram maior gama de determinantes, com maior foco em questões políticas, pedagógicas e ambientais. Enquanto quase todos os professores (88,9%) indicaram desejo de continuar usando as mesas, apenas 58,6% dos pais e 27,3% dos alunos gostariam de continuar com as mesas. As informações coletadas destacam a importância da ação em múltiplos níveis para o sucesso da intervenção com

standing desks no ambiente escolar, auxiliando na interpretação dos efeitos da intervenção sobre desfechos principais, aumentando sua validade externa, bem como fornecendo direções para futuras intervenções neste âmbito.

Palavras-chave: Tempo Sentado, Intervenções de Base Escolar.

Introduction

In addition to physical inactivity pandemic, sedentary behavior has been highlighted as independent health risk factor (BISWAS et al., 2015; DEMPSEY et al. 2014). Modern society provides many option of sedentary lifestyles for different age groups and domains of life. Most of school-age children daily sedentary time is spend within school setting. In general, around 60% of total school time and more than 90% of classroom time is spending sitting (CARDON et al., 2004). In this sense, classroom standing desks have been adopted as a punctual action in order to reduce children sedentary behavior (HEGARTY et al., 2016).

Although research field in this regard is still in infancy, three systematic reviews were recently published (HINCKSON et al., 2016; MINGES et al., 2016; SHERRY; PEARSON; CLEMES, 2016). It is supposed that this strategy seems be effective to reduce sitting time during classes and also can provides potential academic benefits. However, the evidence is still limited and the wide variability between studies characteristics has been avoiding conclusive recommendation for utilization of this new classroom furniture.

Pilot and feasibility studies have discussed ways to effectively implementation of classroom standing desks (AMINIAN; HINCKSON; STEWART, 2015; KOEPP et al., 2012). Overall, methodological differences but especially different types of educational systems, physical and social environment have difficulty consensus. Most studies were conducted in high income countries and only replaced traditional sitting desks by standing-permissive desks (MINGES et al., 2016). The ERGUER/Portugal project was a controlled trial conducted in Lisbon with aimed to implement classroom standing desks in a 6th grade class. It was the first study conducted out of developed countries; and acted in physical environmental (i.e. classroom furniture and organization) and social issues (i.e. training with teachers and parents participation). Findings from ERGUER/Portugal project corroborate the

potential of standing desks for reduction school sitting time but with inconclusive results regarding cognitive and academic outcomes.

Considering this novel classroom organization constitutes a educational paradigmatic change, the involvement of different levels stakeholders of school community is especially important. Also, sharing good and bad experiences as well as the identification of potential successfully determinants of classroom standing desk interventions could help the improvement of overall aspects involving in this kind of intervention (O'CATHAIN et al., 2015). In this sense, our aim is to discuss and reflect about the students, parents and teachers perceptions regard to a classroom standing desks intervention conducted during 16 weeks in a school from Lisbon. It is expected that these insights will help the field progression.

Methods

Design and sample recruitment

This study was developed from ERGUER/Portugal project. This project is a two-arm controlled trial performed in a great size centre located public school of Lisbon. Twenty two adolescents aged between 11 and 13 years-old were submitted a multi-level classroom standing desk intervention during 16 weeks for decrease sitting time in class. Throughout follow-up period were performed physical, behavior and cognitive evaluations. In addition, opinion and perceptions of students, their teachers and parents regarding to the intervention were assessed. For current purpose, intervention class (n = 22) as well as teachers (n = 9) and parents (n = 29) composed the sample (Figure 10). Especially among parents, it was request both mother and father information; however, of the initial 40 answers, 11 did not return post-intervention evaluation. The 29 parents included represent 18 adolescents, while parents of four students did not return. All subject assigned a written informed consent for own engagement in the research. Parents also consent their child's participation. The study procedures were approved by the local Ethics Committee.

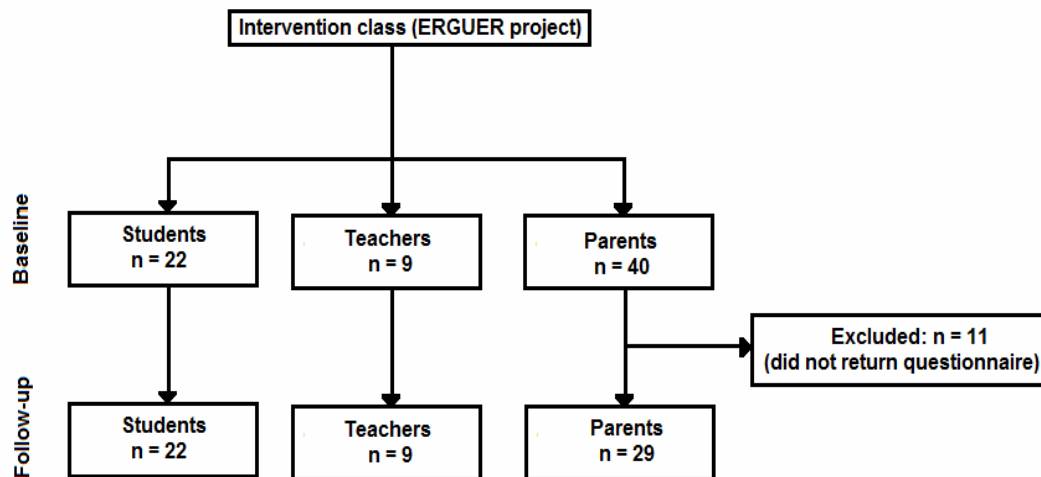


Figure 10. Flow diagram of the study.

Interventions procedures and class characteristics

A multi-level intervention take place over 16 weeks and was composed by physical environmental (standing desks), social (meetings with students and their parents) and education (teachers training with participatory approach) components. Overall, six sessions of training with teacher and three meeting with parents were conducted. LearnFit® Adjustable Standing Desk (Ergotron, USA) replaced traditional sitting desks in a classroom of 8 m x 7.5 m. Figure 11 shows a classroom organization. Intervention class curriculum consisted by eight subjects (Mathematical, Portuguese, History, English, Visual Arts, Music, Technology and Physical Education). Student had seven classes of 50 minutes per day (four classes between 8:20 to 12:20 and three classes between 13:30 and 16:30).



Figure 11. Layout of the intervention classroom.

Data collection

Data were collected at baseline, during intermediates training sessions/meetings and after the intervention period. Questionnaires requested information about six specific themes. Three of them consisted in close questions (student's interaction, academic achievement and student's behaviors) and other three in opening questions (expectation, perception and opinion; strategies adopted and determinants of intervention success). For current purpose, *a posteriori* student's and teacher's reports about the classroom standing desks were analyzed. Regarding to the parents, initial and final perceptions of the intervention in general, but also on their offspring academic performance, social interaction and some health behavior were adopted. For sample characterization, objective information of body weight and height (body mass index) and somatic maturation (MIRWALD et al., 2002) from students were performed. Teacher and parents self-reported general information (baseline).

Data analysis

Descriptive statistics were used for sample characterization (mean, standard deviation, median, minimum, maximum, absolute and relative frequency). Wilcoxon signed-rank and Chi-Square tests were adopted for paired comparisons. Content and thematic analysis was used for qualitative data. While theoretical framework, the determinants of standing desks intervention success was divided in six dimensions: 1) educational policies; 2) institutional support; 3) physical environment; 4) social and cultural norms; 5) pedagogical strategies; and 6) intrapersonal level. Data from students, teachers and parents were framed in one of those dimensions, indicating presence and frequency of report according to the following criteria: not reported; reported at least by one subject; and reported for more than 30% of the subjects.

Results

Participant's characteristics

Student's, parent's and teacher's baseline characteristics are display in Table 8. In means, students did not achieve the peak of height velocity. Mother is majority of parent's respondents. Teachers had a great experience in teaching (minimum of 15 years) and the majority had full dedication to the school.

Table 8. General characteristics of the sample in baseline.

	Mean \pm SD / n (%)	Median (min - max)
Students (n = 22)		
Female	10 (45.5%)	---
Age, y	11.8 \pm 0.4	11.8 (11.0 - 13.0)
Peak of height velocity (PHV), y	-1.1 \pm 1.1	-0.7 (-3.1 - 0.5)
Body mass index, kg/m ²	19.7 \pm 3.0	19.1 (15.9 - 27.8)
Parents (n = 29)		
Female	16 (55.2%)	---
Age, y	45.1 \pm 5.8	43.0 (34.0 - 56.0)
Body mass index, kg/m ²	25.3 \pm 3.9	25.4 (18.9 - 34.5)
Teachers (n = 9)		
Female	8 (88.9%)	---
Age, y	52.1 \pm 6.7	54.0 (38.0 - 59.0)
Time of teaching, y	26.3 \pm 7.9	30.0 (15.0 - 35.0)
In classroom time, h/wk	20.9 \pm 2.7	22.0 (18.0 - 26.0)
Have another job	1 (11.1%)	---

Perceptions about the standing desks and their effects

Table 9 shows the perceptions of students and teachers with regards to the standing desk use. All students reported they have got pain in their legs or back when were standing, while six of the nine teachers corroborated it. The majority of the students also reported they were more easily distracted and feels tired after school.

Table 8. Perception of students and teachers regarding to the classroom standing desks use.

	n	%
Students (n = 22)		
Enjoy lessons more	6	27.3
Concentrated better	5	22.7
Felt more energetic	2	9.1
Found difficult to pay attention	12	54.5
Was easily distracted	17	77.3
Got pain in my legs or back	22	100
Was too tired after school	17	77.3
Was less active outside school	9	40.9
Teachers (n = 9)		
Enjoy lessons more	6	66.7
Concentrated better	5	55.6
Found difficult to pay attention	1	11.1
Was easily distracted	3	33.3
Students report leg and back pain	6	66.7
Students feel tired	5	55.6

Among the open reports, students highlighted problems with the standing desk used.

"...(the desks) are uncomfortable because of the basket, we have to open our legs when sitting." (Student 9)

"...wheels (of the desk) do not brake well and is constantly moving..." (Student 16)

However, some good experiences were reported by students such as *"the desks help us to think better"* (Student 5); *"improves my concentration"* (Student 14); and *"we are more attentive when standing"* (Student 21). Most of teachers reported that students enjoy lessons more and concentrated better when use the new furniture. The mobility and better support to group activities were highlighted.

"...more freedom of movement for students and teacher; better and easily to performed pairs and groups tasks". (Teacher 2)

"...possibility of student release stress characteristic of this age through not is quiet for long periods". (Teacher 6)

Parents did not perceived any changes in their offspring regarding the academic achievement, social interaction, leisure screen time and sport practice before and after 16 weeks of standing desks use (Table 10).

Table 10. Academic, social and behavioral characteristics of students reported by parents before and after 16 weeks of classroom standing desks intervention.

	Pre	Post	p-value
Perceived academic achievement	3 (1)	3 (1)	0.480
Offspring's social interaction	3 (0)	3 (0)	1.000
<i>Offspring's leisure screen time</i>			
On week, hours per day	2.0 (2.0)	2.0 (1.8)	0.533
On weekend, hours per day	4.0 (2.8)	3.0 (2.0)	0.216
<i>Offspring's sport practice</i>			
Yes, %	51.7	44.8	0.599
Frequency, days per week	2 (1)	2.5 (1)	0.527
Duration, min per day	60 (30)	60 (30)	0.317

Note. Perceived academic achievement and offspring social interaction are assessed in 4-point Likert scale (1 = bad to 4 = excellent). Data are expressed in median and interquartile range.

In discursive reports, although major part confirmed the absence of perceived effect, divided opinions were observed.

"My son showed a trend to be more active after school..." (Mother 1)

"...worsened book organization and willingness to study..." (Mother 8)

"...my son was more concentrated, with better behavior and interaction with friends..." (Mother 22)

"...my child arrived tired at home, where did not desire standing activities." (Mother 11)

Participant's opinions about the intention to continue using the standing desks are display in Figure 12. Only one teacher (of 9) reported did not desired to continue using the standing desk in their classes. Around a half of parents would like

that their children continues using the new furniture. Teachers and parents who support the continuity highlighted the curiosity regarding the potential long-term effects. However, only 6 of the 22 students reported desire to continue having classes with standing desks.

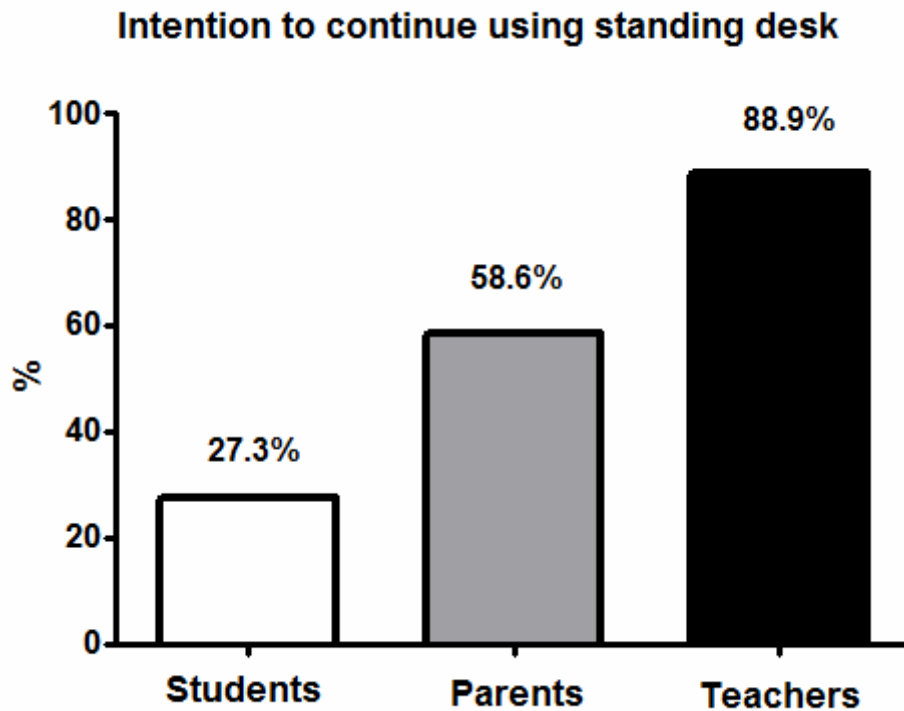


Figure 12. Reported intention to continue using classroom standing desks by students (n = 22), parents (n = 29) and teachers (n = 9).

The main complaint of them is related to the tiredness and pain in legs.

"...I feel so tired and more distracted." (Student 20)

"...at the end of the day I feel tired and lazy to be active at home."

(Student 8)

Determinants of successful intervention with the new classroom furniture

Among the dimensions reported as determinants of success of the new desks (Table 11), teachers indicated a wide range of levels. They were the only to report higher levels as education policies and institutional support. These concerns are mainly related to the pressure of educational curriculum and involvement of school principals in training sessions and parents meetings.

Table 11. Dimensions reported by students, parents and teachers about the standing desks intervention on school setting determinants.

Dimensions	Students	Parents	Teachers
Educational policies	-	-	+
Institutional support	-	-	+
Physical environment	++	+	++
Social and cultural norms	-	+	+
Pedagogical strategies	+	+	++
Intrapersonal level	++	++	+

Note. Not reported (-); reported at least by one subject (+); and reported for more than 30% of the subjects (++)

However, physical environment and pedagogical issues were observed in the most of teacher's reports.

"...classroom with space to move; adequate stools that allows fast adjustments in class layout." (Teacher 6)

"...communication between teacher and students has to be change; teacher must recreate their methods and strategies..." (Teacher 8)

Parent's reports had focusing on intrapersonal level as the lack of motivation of their children to use the desks and the complains of leg pain. Some parents supported students reports related to the standing desks limitations. Also, parents reported the need of teacher's motivation.

"The desk had no adequate dimensions for my son, so he had to adopt a wrong posture; the desk must also allow inclination to be more ergonomic..." (Mother 3)

"...maybe teacher's motivation was insufficiently to minimize the effects of student's tiredness". (Father 13)

As above mentioned, student were limited to report ergonomic limitations of the standing desk and barriers related to tiredness and pain in legs and back.

Discussion

Our findings showed insights from students, parents and teachers regarding the adoption of new classroom furniture which has a purpose to change classroom dynamic. This current mixed approach can help the interpretation of the trial findings, improving external validity as well as giving directions for the future of this educational and health field. As previously reported, the current intervention take place over 16 weeks; was effective to reduce sitting time during school time (with no compensation), but with inconclusive data regarding to academic outcomes. Considering reports from stakeholders, we can understand and suggest potential mediators of positive and negative intervention effects as well as compare qualitative and quantitative data. For instance, although students and some parents reported tiredness and less activity outside school, we found no changes between pre and post intervention in activity behaviors outside school. Probably the intervention affects students differently and if in-group analysis (means) we did not identified changes, some of them (e.g. fat or unfit students) can feel more the tiredness effects. Additionally, negative reports especially from students help us to explain the lack of positive cognitive effects and even some negative effects.

In addition to the understand stakeholders perceptions, the identification of potential determinants of success is a crucial evaluation phase of behavior change interventions (BAUMAN et al., 2012; GARDNER et al., 2016). Compared to general physical activity or sedentary behaviors intervention, it was suppose that within classroom intervention has few determinants and, in turn, can be easily be implemented. However, we observed that it is not so simply. To facilitate the overview, we frame the reports of determinants by hierarchical levels. While teachers pointed higher levels (e.g. political, pedagogical), students and parents focused in lower ones (e.g. intrapersonal). This was expected once teachers have an unbiased view for the general system, whereas students and parents tend to worry in individual

level. These findings reinforce the role of teachers as a key agent in classroom intervention, but also highlight the importance of multi-component/level interventions. Although the furniture represents an important component, it should not be isolate; and among factors, teacher empowerment (training and motivation) seems essential.

One of the first challenges seems does the sedentary behavior problem understand. Even that benefit of regular practice of physical activity are widely known, sedentary behavior represents a novel paradigm and can confuse the stakeholders. Also, the social construction of sitting habit in modern society is not easily change. Thus, extensive informative sessions in beginning could help the development of the intervention. Here, we conducted six session of training with teachers. The first two were essentially informative, focusing in theoretical contents. Our perception is that these sessions were fundamental for teachers' awareness and motivation. Once teachers are convincing of the problem, they are able to transmit it through directly and indirectly way. The same can be supposing to parents. We conducted an initial session with parents to present the project and invite them to participate. In these sessions was perceptive how unconvinced parents can influenced other parents and students. Also, we had sporadic meetings with students to talk, to show motivational medias and to instruct correct ways to use the standing desks. In the same way, although majority of students firstly welcomed the new classroom organization, we observed that some unconvinced and unmotivated students had influence on others.

During intervention period we had been open to students and parents opinions, however, intermediated actions was mainly focused on teachers. Firstly, we believed that involvement of teachers was essential and those who are present in all training sessions received professional credits for carrier progression within educational system. Most of teachers participated and had actively contributions during training sessions. Maybe the engagement could be not so expressive if teachers have no recompense or counterpart. One of the recurrent reports from teachers was related to educational system which urges much content transmission. In fact, classroom interventions - and especially smaller scale ones - need support by school principals to avoid any prejudice for teacher or students. Among higher scales interventions (e.g. involvement of several schools and classes of a specific or more than one city), the political efforts are warranted. Teachers reported that one of the

barriers of more intensive use of desks is the curriculum pressure and they avoided postural change - and thus any possibility of noise - when needed to fulfill lessons.

Other frequent barrier reported by teachers was the unfamiliarity of pedagogical strategies to effectively working with the standing desks. Although desks that allow postural transition and movement during classes represent a pedagogical tool, best practices and ways to implement it needs more investigation. Initially, it was supposed that the same activities could be performed, but in different postures or transitions. However, based on teachers' reports, we observed that, in fact, the communication between teachers and students needed be changed. Classically, sitting position of students was adopted for, among other facilities, to allow teacher control. When student stand and move around, the classroom dynamic change. In other words, the question of teachers was "how can I effectively work with standing desks?" Because it is a novel field of research, the answer of this question have to be tested in different contexts. In the current study, we tried to build feasible ways to implement the new furniture together through participatory approach (in person and through online social network), but more studies are really warranted. Yet, the specificity of each school subject should be considered. Some disciplines allow more flexibility in terms of strategies. For example, visual arts teacher reported that the standing desks allow more freedom of movement to perform practical tasks. However, more theoretical disciplines centered on teacher could be less flexible in this regard. What seems clear is that classroom standing desks could not be the focus of the class, but as a way through attempt more effectively learning and health promotion.

Barriers related to classroom environment were also frequently reported by students, parents and teachers. Size of classroom, number of students, and structure to store not used materials or other facilities and own standing desk characteristics had influence on intervention conduction. Importantly, previous studies failed to describe these details. As previously showed, our intervention was effective to reduce sitting time through the replacement for standing time. One of the reasons for no changes in step counts or other physical activity outcomes may have been the intervention classroom characteristics which not allowed much flexibility in terms of movement (Figure 12). In order to overcome it, we removed the stools in specific weeks to enable standing classes with better movement conditions (increased classroom space and mobility). Although this strategy was effective to reduce a large

amount of sitting time with no compensatory effect outside school, we observed that classes without stools negatively affected the perceptions of some students and parents regarding the desks. Stand for long periods without moving has the potential to increase neck and back pain, also leading in a reduction of blood pressure. Probably it was aggressive for students and contributed to bad overall perception of students, which can be observed through low proportion of students with desire to continue using the new furniture. More gradual changes in classroom environment should be important for next interventions.

Personal-level barriers must also be considered. Probably this kind of intervention requires different strategy according subjects characteristics; and it constitutes a challenge to their application in wider scale once imply no general recommendation. Thus, we suggest that more lower scale studies be conducted before broader application. In general, more obese and unfit subjects tend to feel more tired and, in turn, showing worst perception of the standing desks. Individual physical adaptation also has to be respected. This issue also leads to the polemical way to implement the break of sitting time. If students had freedom to choice, classes can be disturb for noise or problems related to differences in stature among students (taller can disturb shorter students). However, if the use is administrated by the teachers, individual preferences and conditions is more difficult to be respect. Teachers reported that the organization of class in U-format was one of the most effective ways to allow freedom of choice.

Limitations of the current study need to be point out. Loses of post intervention information of parents may have influence on results. Once the access of students and teachers are easier in school setting (no loses), even with several tries we did not received feedback for eleven parents and four students were not represented. Also, the small sample size and the adoption of a single intervention class might have favored homogeneous responses and even contamination of opinions. However, for the first time out of developed countries, we tested novel classroom furniture and showed perceptions of stakeholders with regards their use.

Finally, we hope that the insights discussed here could help future interventions and the development of the field. We found good acceptance of classroom standing desks by teachers, but moderate and low acceptance by parents and students, respectively. Although it seems a promising strategy to concomitant improve health and educational system, more robust evidence are needed before

large scale application. Listening students, parents and teacher, we observed that multi-level actions are warranted more than only replacement of classroom furniture. Long-term trials in different contexts can provide additional information for effective future application. Obviously, this paradigm change is not simply and requires efforts in different levels.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a concepção inicialmente apresentada, a presente investigação procurou testar um novo paradigma de organização da sala de aula. Por se tratar de um tema recente, as primeiras dificuldades foram encontradas na implantação e convencimento dos diferentes atores envolvidos. Por isso, optamos pela abordagem em múltiplos níveis e componentes de intervenção, com ações focadas no ambiente físico (adaptações gerais na sala de aula) e social (ações de motivação com pais e alunos, bem como, sessões de treinamento com os professores para o uso das novas mesas), na perspectiva de otimizarmos os potenciais efeitos da intervenção proposta.

Dentre os desfechos mais claros, as duas primeiras questões estiveram relacionadas à efetividade da intervenção, mas especificamente ao novo mobiliário, em reduzir o tempo sentado durante as aulas, e a viabilidade de tal conduta considerando as 24 h do dia dos alunos. De fato, observamos que a intervenção foi efetiva em reduzir aproximadamente 40 min do tempo sentado no ambiente escolar, não sendo identificados efeitos compensatórios nos outros períodos do dia. Principalmente pelas características da sala de aula, das mesas e pela quantidade de alunos na sala, identificamos que o tempo reduzido em comportamento sedentário foi substituído pela postura em pé, embora sem movimentação significativa. Verificamos, ainda, que o novo mobiliário de sala de aula apresentou potencial para reduzir em mais de 20% o tempo sedentário total do dia dos adolescentes analisados. Por outro lado, mesmo com uma intervenção mais agressiva (sem cadeiras em sala de aula), não encontramos efeito compensatório fora do ambiente escolar. Portanto, as estações de aprendizagem de altura ajustável em sala parecem reduzir o tempo sentado durante as aulas, sendo essa redução observada no total do dia (soma dos domínios).

Os possíveis efeitos da intervenção ou, ainda, do tempo reduzido em comportamento sedentário, durante as aulas, também, foram analisados, na perspectiva da cognição e do desempenho acadêmico. Esses desfechos caracterizam uma importante parcela do apelo para este tipo de intervenção, uma vez que crianças/adolescentes e seus pais muitas vezes não estão diretamente preocupados com a saúde, mas sim com o desempenho cognitivo e acadêmico, em virtude do anseio pela entrada na universidade e por atingir sucesso na futura

carreira profissional. Dos quatro testes aplicados para diferentes funções cognitivas, identificamos efeitos negativos da intervenção em dois deles (memória operacional e inteligência fluida). Em contrapartida, nenhum efeito sobre o desempenho acadêmico foi revelado. Logo, considerando os procedimentos metodológicos adotados neste estudo, nossos resultados para essas variáveis, especificamente, podem ser considerados inconclusivos. A principal premissa estabelecida em estudos do gênero é que determinadas exposições podem alterar, nesta ordem, a ativação, estrutura cerebral, capacidades cognitivas e funcionais. Todavia, apesar de termos identificados efeitos negativos em capacidades cognitivas, as quais devem ser consideradas, essas não afetaram o desempenho acadêmico (capacidade funcional). Portanto, intervenções com maior período de acompanhamento parecem necessárias para elucidar os efeitos do uso das mesas de altura ajustável sobre funções centrais e funcionais específicas.

Após os resultados, predominantemente quantitativos, que nos ajudaram a avaliar os efeitos da intervenção proposta nos desfechos principais (comportamento sedentário, atividade física, cognição e desempenho acadêmico), optamos por uma abordagem mais qualitativa a fim de perceber a aceitabilidade, barreiras e facilitadores relacionados ao uso das novas mesas, bem como os determinantes reportados por alunos, pais e professores para o sucesso de estratégias de modificação do mobiliário de sala de aula.

Nesse sentido, nossos resultados revelaram que a estação de aprendizagem de altura ajustável deve ser considerada apenas um meio para se atingir diferentes fins e que, de forma isolada, não deve ser tratada como a solução para os problemas em sala de aula, ou seja, confirmamos a importância de ações em múltiplos níveis para a mudança comportamental nesse ambiente. Primeiro, identificamos a necessidade de alunos, professores e pais estarem conscientes da independência entre atividade física e comportamento sedentário, mas, sobretudo, sobre os riscos inerentes aos ininterruptos *bouts* de tempo sedentário. Esse nos parece ser um primeiro passo para o convencimento relativamente à intervenção. Concomitante a isso, os professores precisam ser treinados e empoderados pedagogicamente, além de disporem de um ambiente físico adequado para intervenções. De forma interessante, alguns professores reportaram inclusive determinantes mais amplos, como a reestruturação do currículo (muita pressão para a transmissão de conteúdos) e apoio institucional e político.

Resumidamente, com base nas informações empíricas (quantitativas e qualitativas) produzidas neste estudo, podemos expor um posicionamento mais global da situação que vivenciamos. A intervenção proposta se mostrou efetiva para a redução do tempo sentado em sala de aula, com efeitos inconclusivos sobre os aspectos cognitivos e acadêmicos, embora com uma baixa aceitabilidade por parte dos alunos e pais. Entre os principais relatos sobre a insatisfação com o uso das mesas, ambos, alunos e pais, reportavam as semanas que não tiveram cadeiras na sala. Esse apontamento é especialmente importante para diferenciar a intervenção completa (16 semanas) das três referidas semanas. De qualquer forma, essa foi uma estratégia pensada para que os alunos pudessem experimentar uma nova dinâmica em sala de aula, sem as cadeiras que limitavam a movimentação das mesas, de forma a proporcionar aulas mais atrativas e o gosto por esta nova estratégia.

Por fim, destacamos a importância de mudanças graduais como determinante para o sucesso de intervenções similares. A substituição do mobiliário tradicional de sala de aula por estações de aprendizagem de altura ajustável representa uma área profícua para futuras investigações. Dentre as suas potencialidades, está o fato de poder atuar na reconstrução da escola (física e pedagogicamente), concomitante, à promoção de comportamentos saudáveis entre os jovens. Acreditamos que os resultados desta investigação contribuirão para a realização de futuras pesquisas que possam, em um futuro breve, gerar as mudanças de paradigma necessárias para o ambiente escolar.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, R. A.; STRAKER, L. M.; MATHIASSEN, S. E. Patterning of children's sedentary time at and away from school. **Obesity (Silver Spring)**, v. 21, n. 1, p. E131-E133, jan. 2013.
- AGGIO, D. et al. Context-specific associations of physical activity and sedentary behavior with cognition in children. **American Journal of Epidemiology**, v. 183, n. 12, p. 1075-1082, jun. 2016.
- AGIRBASLI, M.; TANRIKULU, A. M.; BERENSON, G. S. Metabolic syndrome: bridging the gap from childhood to adulthood. **Cardiovascular Therapeutics**, v. 34, n. 1, p. 30-36, fev. 2016.
- ALOIA, C. R. et al. Pertinence of the recent school-based nutrition interventions targeting fruit and vegetable consumption in the United States: a systematic review. **Health Promotion Perspectives**, v. 6, n. 1, p. 1-9, mar. 2016.
- ALTENBURG, T. M.; KIST-VAN HOLTHE, J.; CHINAPAW, M. J. Effectiveness of intervention strategies exclusively targeting reductions in children's sedentary time: a systematic review of the literature. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 13, p. 65, jun. 2016.
- AMINIAN, S.; HINCKSON, E. A. Examining the validity of the ActivPAL monitor in measuring posture and ambulatory movement in children. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 9, p. 119, out. 2012.
- AMINIAN, S.; HINCKSON, E. A.; STEWART, T. Modifying the classroom environment to increase standing and reduce sitting. **Building Research & Information**, v. 43, n. 5, p. 631-645, set. 2015.
- BARRETT, B.; CHARLES, J. W.; TEMTE, J. L. Climate change, human health, and epidemiological transition. **Preventive Medicine**, v. 70, p. 69-75, jan. 2015.
- BATES, M. E.; LEMAY JR., E. P. The D2 test of attention: construct validity and extensions in scoring techniques. **Journal of the International Neuropsychological Society**, v. 10, n. 3, p. 392-400, maio 2004.
- BAUMAN, A. E. et al. Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? **Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 258-271, jul. 2012.
- BERGOUIGNAN, A. et al. Frequent interruptions of sedentary time modulates contraction- and insulin-stimulated glucose uptake pathways in muscle: ancillary analysis from randomized clinical trials. **Scientific Reports**, v. 6, p. 32044, ago. 2016.
- BELCHER, B. R. et al. Effects of interrupting children's sedentary behaviors with activity on metabolic function: a randomized trial. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 100, n. 10, p. 3735-3743, out. 2015.

BENDEN, M. E. et al. The impact of stand-biased desks in classrooms on calorie expenditure in children. **American Journal of Public Health**, v. 101, n. 8, p. 1433-1436, ago. 2011.

BENDEN, M. E. et al. Within-subjects analysis of the effects of a standbiased classroom intervention on energy expenditure. **Journal of Exercise Physiology online**, v. 15, n. 2, p. 9-19, jun. 2012.

BENDEN, M. et al. Evaluating a school based childhood obesity intervention for posture and comfort. **Health**, v. 5, n. 8A3, p. 54-60, jul. 2013.

BENDEN, M. E. et al. The evaluation of the impact of a stand-biased desk on energy expenditure and physical activity for elementary school students. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 11, n. 9, p. 9361-9375, set. 2014.

BIDDLE, S. J. et al. Tracking of sedentary behaviours of young people: a systematic review. **Preventive Medicine**, v. 51, n. 5, p. 345-351, nov. 2010.

BIDDLE, S. J. et al. Too much sitting and all-cause mortality: is there a causal link? **BMC Public Health**, v. 16, p. 635, jul. 2016.

BISWAS, A. et al. Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults a systematic review and meta-analysis. **Annals of Internal Medicine**, v. 162, n. 2, p. 123-132, jan. 2015.

BLAKE, J. J.; BENDEN, M. E.; WENDEL, M. L. Using stand/sit workstations in classrooms: lessons learned from a pilot study in Texas. **Journal of Public Health Management and Practice**, v. 18, n. 5, p. 412-415, set. 2012.

BRITTEN, L. et al. The effect of standing desks on manual control in children and young adults. **Gait Posture**, v. 48, p. 42-46, jul. 2016.

CARDON, G. et al. Sitting habits in elementary schoolchildren: a traditional versus a "moving school". **Patient Education and Counseling**, v. 54, n. 2, p. 133-142, ago. 2004.

CARPENTER, P. A.; JUST, M. A.; SHELL, P. What one intelligence test measures: a theoretical account of the processing in the Raven Progressive Matrices Test. **Psychological Review**, v. 97, n. 3, p. 404-431, jul. 1990.

CARSON, V. et al. Associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and health indicators among Canadian children and youth using compositional analyses. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 6 (Suppl 3), p. S294-S302, jun. 2016a.

CARSON, V. et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 6 (Suppl. 3), p. S240-S265, jun. 2016b.

CHAPUT, J. P. et al. Importance of all movement behaviors in a 24 hour period for overall health. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 11, n. 12, p. 12575-12581, dez. 2014.

CHAPUT, J. P. et al. Systematic review of the relationships between sleep duration and health indicators in school-aged children and youth. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 6 (Suppl 3), p. S266-S282, jun. 2016.

CHILLON, P. et al. A systematic review of interventions for promoting active transportation to school. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 8, p. 10, fev. 2011.

CHOI, L. et al. Validation of accelerometer wear and nonwear time classification algorithm. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 2, p. 357-364, fev. 2011.

CLEMES, S. A. et al. Reducing children's classroom sitting time using sit-to-stand desks: findings from pilot studies in UK and Australian primary schools. **Journal of Public Health (Oxf)**, v. 38, n. 3, p. 526-533, jun. 2015.

CLIFF, D. P. et al. Objectively measured sedentary behaviour and health and development in children and adolescents: systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 17, n. 4, p. 330-344, abr. 2016.

CONTARDO AYALA, A. M. et al. Impact of an 8-month trial using height-adjustable desks on children's classroom sitting patterns and markers of cardio-metabolic and musculoskeletal health. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 12, p. 1227, dez. 2016.

COOPER, K. H. et al. Implementing policies to enhance physical education and physical activity in schools. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 87, n. 2, p. 133-140, jun. 2016.

DEMPSEY, P. C. et al. Managing sedentary behavior to reduce the risk of diabetes and cardiovascular disease. **Current Diabetes Reports**, v. 14, n. 9, p. 522, jul. 2014.

DE SOUTO BARRETO, P. et al. Physical activity and cognitive function in middle-aged and older adults: an analysis of 104,909 people from 20 countries. **Mayo Clinic Proceedings**, v. 91, n. 11, p. 1515-1524, nov. 2016.

DEWALD, J. F. et al. The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. **Sleep Medicine Reviews**, v. 14, n. 3, p. 179-189, jun. 2010.

DONNELLY, J. E. et al. Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 6, p. 1197-222, jun. 2016.

- DORNHECKER, M. et al. The effect of stand-biased desks on academic engagement: an exploratory study. **International Journal of Health Promotion and Education**, v. 53, n. 5, p. 271-280, mar. 2015.
- DOWD, K. P. et al. The measurement of sedentary patterns and behaviors using the activPAL Professional physical activity monitor. **Physiological Measurement**, v. 33, n. 11, p. 1887-1899, nov. 2012.
- DROLLETTE, E. S. et al. Maintenance of cognitive control during and after walking in preadolescent children. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 10, p. 2017-2024, out. 2012.
- DUNSTAN, D. W. et al. Breaking up prolonged sitting reduces postprandial glucose and insulin responses. **Diabetes Care**, v. 35, n. 5, p. 976-983, maio 2012.
- EKELUND, U. et al. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. **Lancet**, v. 388, n. 10051, p. 1302-1310, set. 2016.
- EVENSON, K. R. et al. Calibration of two objective measures of physical activity for children. **Journal of Sports Sciences**, v. 26, n. 14, p. 1557-1565, dez. 2008.
- FALCK, R. S.; DAVIS, J. C.; LIU-AMBROSE, T. What is the association between sedentary behaviour and cognitive function? A systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, maio 2016 [Epub ahead of print].
- FANNING, J. et al. Replacing sedentary time with sleep, light, or moderate-to-vigorous physical activity: effects on self-regulation and executive functioning. **Journal of Behavioral Medicine**, set. 2016 [Epub ahead of print].
- FARRELL PAGULAYAN, K. et al. Developmental normative data for the Corsi Block-tapping task. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, v. 28, n. 6, p. 1043-1052, ago. 2006.
- GARDNER, B. et al. How to reduce sitting time? A review of behaviour change strategies used in sedentary behaviour reduction interventions among adults. **Health Psychology Review**, v. 10, n. 1, p. 89-112, mar. 2016.
- GOODMAN, A.; MACKETT, R. L.; PASKINS, J. Activity compensation and activity synergy in British 8-13 year olds. **Preventive Medicine**, v. 53, n. 4-5, p. 293-298, out. 2011.
- GORDON, C.; CHUMLEA, W.; ROCHE, A. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T.; ROCHE, A., MARTORELL, R. (Ed.). **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988. p. 3-8.
- HAAPALA, E. A. et al. Associations of physical activity and sedentary behavior with academic skills – a follow-up study among primary school children. **PLoS One**, San Francisco, v. 9, n. 9, p. e107031, set. 2014.

HALLAL, P. C. et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. **Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 247-257, jul. 2012.

HAMILTON, M. T. et al. Too little exercise and too much sitting: inactivity physiology and the need for new recommendations on sedentary behavior. **Current Cardiovascular Risk Reports**, v. 2, n. 4, p. 292-298, jul. 2008.

HEALY, G. N. et al. A cluster RCT to reduce office workers' sitting time: impact on activity outcomes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, maio 2016 [Epub ahead of print].

HEGARTY, L. M. et al. School-based Interventions to reduce sedentary behaviour in children: a systematic review. **AIMS Public Health**, v. 3, n. 3, p. 520-541, ago. 2016.

HILLMAN, C. H. et al. The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. **Neuroscience**, v. 159, n. 3, p. 1044-1054, mar. 2009.

HILLMAN, C. H.; BIGGAN, J. R. A review of childhood physical activity, brain, and cognition: perspectives on the future. **Pediatric Exercise Science**, set. 2016 [Epub ahead of print].

HINCKSON, E. A. et al. Acceptability of standing workstations in elementary schools: a pilot study. **Preventive Medicine**, v. 56, n. 1, p. 82-85, jan. 2013.

HINCKSON, E. et al. Standing classrooms: research and lessons learned from around the world. **Sports Medicine**, v. 46, n. 7, p. 977-987, jul. 2016.

HOANG, T. D. et al. Effect of early adult patterns of physical activity and television viewing on midlife cognitive function. **JAMA Psychiatry**, v. 73, n. 1, p. 73-9, jan. 2016.

HOWIE, E. K.; SCHATZ, J.; PATE, R. R. Acute effects of classroom exercise breaks on executive function and math performance: a dose-response study. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 86, n. 3, p. 217-224, maio 2015.

HUANG, W. Y.; WONG, S. H. Time use clusters in children and their associations with sociodemographic factors. **Journal of Public Health**, v. 38, n. 2, p. e106-e113, jun. 2016.

HYNYNEN, S. T. et al. A systematic review of school-based interventions targeting physical activity and sedentary behaviour among older adolescents. **International Review of Sport and Exercise Psychology**, v. 9, n. 1, p. 22-44, jan. 2016.

KOEPP, G. A. et al. Feasibility analysis of standing desks for sixth graders. **ICAN: Infant, Child, & Adolescent Nutrition**, v. 4, n. 2, p. 89-92, mar. 2012.

KOSKELO, R.; VUORIKARI, K.; HÄNNINEN, O. Sitting and standing postures are corrected by adjustable furniture with lowered muscle tension in high-school students. **Ergonomics**, v. 50, n. 10, p. 1643-1656, out. 2007.

- LANNINGHAM-FOSTER, L. et al. Changing the school environment to increase physical activity in children. **Obesity (Silver Spring)**, v. 16, n. 8, p. 1849-1853, ago. 2008.
- LEUNG, H. C. et al. An event-related functional MRI study of the stroop color word interference task. **Cerebral Cortex**, v. 10, n. 6, p. 552-560, jun. 2000.
- LIZANDRA, J. et al. Does sedentary behavior predict academic performance in adolescents or the other way round? A longitudinal path analysis. **PLoS One**, v. 11, n. 4, p. e0153272, abr. 2016.
- MAHAR, M. T. Impact of short bouts of physical activity on attention-to-task in elementary school children. **Preventive Medicine**, v. 52, n. Suppl 1, p. S60-S64, jun. 2011.
- MAHER, C. et al. The associations between physical activity, sedentary behaviour and academic performance. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19, n. 12, p. 1004-1009, dez. 2016. MANSOUBI, M. et al. Using sit-to-stand workstations in offices: is there a compensation effect? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 4, p. 720-725, abr. 2016.
- MEHTA, R. K.; SHORTZ, A. E.; BENDEN, M. E. Standing up for learning: a pilot investigation on the neurocognitive benefits of stand-biased school desks. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 1, p. ijerph13010059, dez. 2015.
- MINGES, K. E. et al. Classroom standing desks and sedentary behavior: a systematic review. **Pediatrics**, v. 137, n. 2, p. 1-18, fev. 2016.
- MIRWALD, R. L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 4, p. 689-694, abr. 2002.
- MULLANE, S. L. et al. Acute effects on cognitive performance following bouts of standing and light-intensity physical activity in a simulated workplace environment. **Journal of Science and Medicine in Sport**, out. 2016 [Epub ahead of print].
- O'CATHAIN, A. et al. What can qualitative research do for randomised controlled trials? A systematic mapping review. **BMJ Open**, v. 3, p. e002889, maio 2013.
- OPPEZZO, M.; SCHWARTZ, D. L. Give your ideas some legs: the positive effect of walking on creative thinking. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**, v. 40, n. 4, p. 1142-1152, jul. 2014.
- OWEN, N. et al. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 38, n. 3, p. 105-113, jul. 2010.
- OYEWOLE, S. A.; HAIGHT, J. M.; FREIVALDS, A. The ergonomic design of classroom furniture/computer work station for first graders in the elementary school. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 40, n. 4, p. 437-447, jul. 2010.

PANDEY, A. et al. Continuous dose-response association between sedentary time and risk for cardiovascular disease: a meta-analysis. **JAMA Cardiology**, v. 1, n. 5, p. 575-583, ago. 2016.

PAULSEN, D. J. et al. Effects of incentives, age, and behavior on brain activation during inhibitory control: a longitudinal fMRI study. **Developmental Cognitive Neuroscience**, v. 11, p. 105-115, fev. 2015.

PETERSON, K. E.; FOX, M. K. Addressing the epidemic of childhood obesity through school-based interventions: what has been done and where do we go from here? **The Journal of Law, Medicine & Ethics**, v. 35, n. 1, p. 113-30, mar. 2007.

PILCHER, J. J.; BAKER, V. C. Task performance and meta-cognitive outcomes when using activity workstations and traditional desks. **Frontiers in Psychology**, v. 7, p. 957, jun. 2016.

PRABHAKARAN, V. et al. Neural substrates of fluid reasoning: an fMRI study of neocortical activation during performance of the Raven's Progressive Matrices Test. **Cognitive Psychology**, v. 33, n. 1, p. 43-63, jun. 1997.

PULSFORD, R. M. et al. Intermittent walking, but not standing, improves postprandial insulin and glucose relative to sustained sitting: a randomised cross-over study in inactive middle-aged men. **Journal of Science and Medicine in Sport**, ago. 2016 [Epub ahead of print].

REILLY, J. J. When does it all go wrong? Longitudinal studies of changes in moderate-to-vigorous-intensity physical activity across childhood and adolescence. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 14, n. 1, p. 1-6, jun. 2016.

RESALAND, G. K. et al. Effects of physical activity on schoolchildren's academic performance: The Active Smarter Kids (ASK) cluster-randomized controlled trial. **Preventive Medicine**, v. 91, p. 322-328, out. 2016.

REZENDE, L. F. et al. All-cause mortality attributable to sitting time: analysis of 54 countries worldwide. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 51, n. 2, p. 253-263, mar. 2016.

RIDGERS, N. D. et al. Agreement between activPAL and ActiGraph for assessing children's sedentary time. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 9, p. 15, fev. 2012.

RIDGERS, N. D. et al. Compensation of physical activity and sedentary time in primary school children. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 46, n. 8, p. 1564-1569, ago. 2014.

SANTOS, R. et al. The independent associations of sedentary behaviour and physical activity on cardiorespiratory fitness. **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 20, p. 1508-1512, out. 2014.

SARDINHA, L. B. et al. Fitness, fatness, and academic performance in seventh-grade elementary school students. **BMC Pediatrics**, v. 14, p. 176, jul. 2014.

SARDINHA, L. B. et al. Cross-sectional and prospective impact of reallocating sedentary time to physical activity on children's body composition. **Pediatric Obesity**, jun. 2016 [Epub ahead of print].

SAUNDERS, T. J. The health impact of sedentary behaviour in children and youth. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 39, n. 3, p. 402, mar. 2014.

SCHOEPPE, S. et al. Associations of children's independent mobility and active travel with physical activity, sedentary behaviour and weight status: a systematic review. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 16, n. 4, p. 312-319, jul. 2013.

SEDENTARY BEHAVIOUR RESEARCH NETWORK. Letter to the editor: Standardized use of the terms "sedentary" and "sedentary behaviours". **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 37, n. 3, p. 540-542, jun. 2012.

SHERRY, A. P.; PEARSON, N.; CLEMES, S. A. The effects of standing desks within the school classroom: a systematic review. **Preventive Medicine Reports**, v. 3, p. 338-347, jun. 2016.

SILVA, D. R. et al. Impact of 16 weeks of a classroom standing desks intervention on 24h objective monitoring sedentary behavior and physical activity in youth. **Pediatric Obesity**, jan. 2017 [in preparation].

SUCHERT, V.; HANEWINKEL, R.; ISENSEE, B. Longitudinal relationships of fitness, physical activity, and weight status with academic achievement in adolescents. **Journal of School Health**, v. 86, n. 10, p. 734-741, out. 2016.

SUDHOLZ, B. et al. The impact and feasibility of introducing height-adjustable desks on adolescents' sitting in a secondary school classroom. **AIMS Public Health**, v. 3, n. 2, p. 274-287, maio 2016.

SYVAOJA, H. J. et al. Physical activity, sedentary behavior, and academic performance in Finnish children. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 11, p. 2098-2104, nov. 2013.

TARP, J. et al. Effectiveness of a school-based physical activity intervention on cognitive performance in Danish adolescents: Icomotion-learning, cognition and motion - a cluster randomized controlled trial. **PLoS One**, v. 11, n. 6, p. e0158087, jun. 2016.

TIMOL, F. et al. Addressing adolescents' risk and protective factors related to risky behaviours: Findings from a school-based peer-education evaluation in the Western Cape. **Sahara Journal**, v. 13, n. 1, p. 197-207, dez. 2016.

TREMBLAY, M. S. et al. Canadian 24-hour movement guidelines for children and youth: an integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep. **Applied**

Physiology, Nutrition, and Metabolism, v. 41, n. 6 (Suppl. 3), p. S311-S327, jun. 2016.

VAN EKRIIS, E. et al. An evidence-update on the prospective relationship between childhood sedentary behaviour and biomedical health indicators: a systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 17, n. 9, p. 833-849, set. 2016.

VAYNMAN, S.; GOMEZ-PINILLA, F. Revenge of the "sit": how lifestyle impacts neuronal and cognitive health through molecular systems that interface energy metabolism with neuronal plasticity. **Journal of Neuroscience Research**, v. 84, n. 4, p. 699-715, set. 2006.

VOSS, M. W. et al. Revenge of the "sit" II: Does lifestyle impact neuronal and cognitive health through distinct mechanisms associated with sedentary behavior and physical activity? **Mental Health and Physical Activity**, v. 7, n. 1, p. 9-24, mar. 2014.

WENDEL, M. L. et al. Stand-biased versus seated classrooms and childhood obesity: a randomized experiment in Texas. **American Journal of Public Health**, v. 106, n. 10, p. 1849-1854, out. 2016.

WENNBERG, P. et al. Acute effects of breaking up prolonged sitting on fatigue and cognition: a pilot study. **BMJ Open**, v. 6, n. 2, p. e009630, fev. 2016.

WHO'S GLOBAL SCHOOL HEALTH INITIATIVE. **Health-promoting Schools. A healthy setting for living, learning and working**. Geneva: World Health Organization, 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Recommendations on Physical Activity for Health**. Geneva: World Health Organization, 2010.

WU, L. et al. The effect of interventions targeting screen time reduction: A systematic review and meta-analysis. **Medicine (Baltimore)**, v. 95, n. 27, p. e4029, jul. 2016.

ZEIGLER, Z. S. et al. Effects of standing and light-intensity activity on ambulatory blood pressure. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 2, p. 175-181, fev. 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Termo de consentimento livre e esclarecido



Eça de Queirós

Consentimento Informado

Foi solicitada a participação do meu educando no projeto ERGUER/Portugal, cujo objetivo é analisar os efeitos da utilização de “estações de aprendizagem em pé” no comportamento sedentário, atividade física e funções mentais executivas nos alunos do 6.ºA. Este projeto consiste num ensaio experimental, que durará de janeiro a junho de 2016, com dois momentos de avaliação padronizada (antes e após).

A participação do meu educando inclui a realização de avaliação do comportamento sedentário, atividade física e funções cognitivas. Todos os procedimentos acontecerão na Escola Secundária Eça de Queirós.

Ao concordar com a participação do meu educando no projeto, será um importante contributo para o avanço do conhecimento científico nesta área.

1. As avaliações serão efetuadas através das seguintes técnicas:
 - 1.1. Comportamento sedentário e atividade física - avaliação dos padrões comportamentais por meio de um inclinómetro durante 7 dias consecutivos.
 - 1.2. Função mental executiva – realização de testes manuais ou computadorizados que solicitam tomada de decisão face a desafios estabelecidos. Os testes a realizar serão: D2 (atenção), Figuras Complexas de Rey (memória), Matrizes Progressivas de Raven (nível cognitivo); Blocos de Corsi (nível cognitivo) e testes de cores de Stroop (atenção).
2. A realização, apuramento de resultados e interpretação das técnicas acima descritas serão efetuadas por profissionais especializados e credenciados em cada uma das técnicas.
3. Concordo que os resultados deste projeto possam ser publicados, mas o nome do meu educando ou identidade não serão revelados. No sentido de manter a confidencialidade dos registos, a equipa responsável pela sua recolha, codificará a identidade dos alunos.
4. Sei que não me é devida qualquer compensação monetária pela participação do meu educando neste estudo.

5. Quaisquer questões/dúvidas, que possam surgir relativas ao projeto ou à participação do meu educando no estudo, serão sempre respondidas pelo coordenador do projeto ou pela direção da escola.
6. Em caso de danificação involuntária do inclinómetro, não serei responsável pelo mesmo.
7. Declaro que recebi uma cópia deste formulário. Após ter lido e compreendido o significado da informação referida na folha e retiradas todas as minhas dúvidas em relação ao projeto, declaro que aceito e autorizo a participação do meu educando no projeto ERGUER/Portugal, nas condições indicadas no presente consentimento informado.

Responsável _____

Nome do participante _____

Data: _____

8. Eu certifico que expliquei ao responsável pelo participante supracitado a natureza, o objetivo e os potenciais benefícios associados à sua participação neste programa. Respondi a todas as questões que foram colocadas e testemunhei a assinatura acima realizada.
9. Eu providenciei uma cópia deste formulário ao responsável pelo participante no projeto.

O Coordenador Operacional do projeto

(Aluno de Doutoramento Danilo Silva)

APÊNDICE B

Questionário aplicado aos alunos

ID: _____

DATA: ____/____/____

1. Em geral, consideras a tua saúde: Má Regular Boa Excelente**2. Sentes dores no corpo?** Nunca Poucas vezes Quase sempre Sempre**3. Como avalias o *stress* que tens na tua vida?** Nunca tenho Poucas vezes tenho Tenho quase sempre
 Tenho sempre**4. Com que frequência te tens sentido triste ou deprimido?** Nunca Poucas vezes Quase sempre Sempre**5. Com que frequência é que achas que dormes bem?** Nunca Poucas vezes Quase sempre Sempre**6. Em relação ao teu relacionamento com colegas de escola, estás:** Muito insatisfeito Insatisfeito Satisfeito Muito satisfeito**7. Em relação ao teu relacionamento com os professores, estás:** Muito insatisfeito Insatisfeito Satisfeito Muito satisfeito**8. Senteste-te feliz em vir para a escola?** Nunca Poucas vezes Quase sempre Sempre**9. Como classificas o teu desempenho escolar?** Mau Regular Bom Muito bom

10. Como vens para a escola?

() Carro () Autocarro () Metro () A pé () De bicicleta

11. Participas em algum programa de exercício físico ou desporto fora da escola?

() Sim () Não

Se sim, qual? _____

E quantas vezes treinas por semana? _____

12. Diz em poucas palavras o que achou de vantagens sobre as mesas de trabalho da tua sala de aula:**13. Diz em poucas palavras o que achou de desvantagens sobre mesas de trabalho da tua sala de aula:****14. Quando estou em pé durante as aulas:**

- a) Aproveito mais as aulas: () Sim () Não
- b) Concentro mais nas minhas tarefas: () Sim () Não
- c) Sinto-me com mais energia ao dia: () Sim () Não
- d) Tenho dificuldades para prestar atenção: () Sim () Não
- e) Sou facilmente distraído: () Sim () Não
- f) Sinto dores nas pernas e/ou coluna: () Sim () Não
- g) Sinto-me muito cansado depois das aulas: () Sim () Não
- h) Sou menos ativo fora da escola: () Sim () Não

15. Gostarias de continuar a usar as mesas "Sobe e Desce"?

() Sim () Não

Justifique sua resposta:

APÊNDICE C

Questionário aplicado aos pais ou responsáveis

INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO

- Procure fornecer as informações indicando-as com um “X” ou preenchendo os espaços no questionário;
- Evite deixar as respostas em branco;
- Lembramos que as informações serão utilizadas somente para fins de investigação;
- Sua participação é muito importante, obrigado!

Número do aluno na turma:

Idade da mãe:

Peso da mãe:

Estatura da mãe:

1. Quantas horas por dia despendes sentada (mãe)?

No trabalho: ____h ____min

No lazer (e casa e nos tempos-livres): ____h ____min

2. Participas de algum tipo de exercício físico/atividade desportiva (mãe): Sim Não

Se sim,

Há quanto tempo? _____ meses

Com que frequência? _____ dias por semana

Duração por dia? ____ min

3. Como classificas o desempenho escolar do seu educando? Mau Regular Bom Muito bom**4. Como classificas a interação social do seu educando no ambiente escolar?** Mau Regular Boa Muito boa

5. Quantas horas por dia o seu educando despende sentado em frente ao ecrã (televisão, computador, telemóvel, etc.), fora da escola, em um dia normal?

De segunda a sexta-feira: _____h _____min

Aos sábados e domingos: _____h _____min

6. O seu educando participa de algum tipo de exercício físico/atividade desportiva fora da escola?

() Sim () Não

Se sim,

Há quanto tempo? _____ meses

Com que frequência? _____ dias/sem

Duração por dia? _____ min

Se não, qual a razão?

7. Em poucas palavras, qual é a sua opinião em relação à experiência dos alunos com as mesas usadas neste estudo? Quais os pontos positivos e negativos?

8. Percebeste alguma mudança cognitiva, comportamental ou física no seu educando desde que começou a usar as mesas?

9. Achas que o seu educando deve continuar a usar as mesas de altura ajustável durante as aulas?

() Sim () Não

Justifique brevemente:

APÊNDICE D

Questionário aplicado aos professores

Nome: _____

Data: ____ / ____ / ____

Idade: ____ anos

Há quanto tempo leciona? ____ anos

Carga horária em sala de aula: ____ horas/semana

Tens outro emprego? () Sim () Não

1. Quantas horas por dia despende sentado?

No trabalho: ____ h ____ min

Fora dos períodos de trabalho: ____ h ____ min

2. Participa em algum tipo de exercício físico/atividade desportiva?

() Sim () Não

Se sim,

Há quanto tempo? _____ meses

Com que frequência? _____ dias/sem

Duração por dia? ____ min

3. Como avalia o stress na sua vida?

() Nunca () Poucas vezes () Quase sempre () Sempre

4. No geral, como classifica o comportamento dos alunos nas suas aulas?

() Mau () Regular () Bom () Muito bom

5. Como classifica a interação social entre os alunos nas suas aulas?

() Má () Regular () Boa () Muito boa

6. Como classifica a aquisição e retenção de conteúdos na sua disciplina?

() Má () Regular () Boa () Muito boa

7. Caso tenhas aulas com as duas turmas envolvidas no estudo (6ºA e do 6ºB), percebeste alguma diferença entre os alunos durante o acompanhamento (Janeiro até Maio) que possa ser atribuída às mesas?

() Sim () Não () Não se aplica

Se sim, quais?

8. Do total das aulas dadas, qual o percentual de aulas, aproximadamente, em que os alunos estiveram ao menos algum momento em pé (com o uso das mesas)?

_____ % das aulas

9. Destas aulas, qual o percentual do tempo da aula (50 min), aproximadamente, em que os alunos estiveram em pé?

_____ % do tempo

10. Em poucas palavras, qual é a sua opinião em relação à experiência com as mesas usadas neste estudo? Quais as suas vantagens e desvantagens?

11. Quais são os principais pontos que julgas como determinante para o sucesso destas mesas como ferramenta pedagógica?

12. Vossa percepção com relação aos momentos em que os alunos estiveram em pé (com o uso da mesa) durante as aulas:

a) Aproveitam mais as aulas: () Sim () Não

b) Concentram-se mais: () Sim () Não

d) Têm dificuldades para prestar atenção: () Sim () Não

e) São mais facilmente distraídos: () Sim () Não

f) Relatam dores nas pernas e/ou coluna: () Sim () Não

g) Sentem-se cansados: () Sim () Não

13. Tens motivação para continuar a usar as mesas de altura ajustável nas suas aulas?

() Sim () Não

Justifique brevemente:

APÊNDICE E

Instruções para o uso dos sensores de movimento

Inclinómetro



- O dispositivo estará afixado na linha medio-anterior da coxa direita.
- Deve ser utilizado continuamente, exceto em atividades de piscina.
- Se perceber que durante o banho a água está a infiltrar na fita adesiva, retire o dispositivo e leve no dia seguinte à escola para a recolocação.
- Durante a semana de uso, levar uns calções na mochila caso seja necessário a verificação do dispositivo.

Acelerómetro

- Prenda o cinto confortavelmente, por baixo ou por cima da roupa, de modo a que o aparelho não se mova.
- Posicione-o sempre do lado direito do corpo, logo acima da crista ilíaca, na linha axilar. O pino preto deve estar para cima.
- Coloque-o assim que acordar e retire-o apenas para atividades aquáticas (inclusive banho) e para dormir.
- Como dica para não esquecer de colocá-lo, deixe-o próximo da cama ou telemóvel de modo a que o possa ver assim que acordar. A mesma ideia para o banho.



- ✓ Ambos os aparelhos serão usados durante 7 dias consecutivos.
- ✓ Deve manter os seus comportamentos normais durante esses dias.
- ✓ Lembre-se de completar o diário todos os dias (anexo).
- ✓ Em caso de dúvidas, contactar:

Danilo Silva

e-mail: danilorpsilva@gmail.com

Telemóvel: 937236904