

Coleta de Informações de Movimento e Atividades de Crianças na Escola com *Wearables*: Relato de Experiência

Poliana Nascimento Ferreira¹, Camila L. F. dos Santos¹, Juliana L. Beda¹,
Guilherme D. Belarmino¹, Carla Lopes Rodriguez¹, Vivian Genaro Motti²

¹ Universidade Federal do ABC (UFABC) - Santo André - SP - Brasil

² George Mason University - Fairfax - VA - Estados Unidos

{poliana.ferreira, juliana.beda, g.dias, c.rodriguez}@ufabc.edu.br,
camila.lorena@aluno.ufabc.edu.br, vmotti@gmu.edu

Abstract. *Objective data about human movement can generate information about students in learning situations, and help the teacher. This work reports the experience of collecting movement data from 20 children in the classroom, using a wearable accelerometer sensor. The collection methodology, procedures, opinions of teachers and children are presented, as well as limitations and difficulties in the process. The research was carried out during a period of 3 weeks with two classes of the 2nd year of EF. 68 million lines of data and more than 100 pages of field notes were generated, which are in the process of being analyzed to support future studies. The feedback from the class and teachers was positive and attests to the quality of the proposed methodology.*

Resumo. *Dados objetivos sobre movimentação humana podem gerar informações sobre alunos em situações de aprendizagem, e auxiliar o professor. Este trabalho relata a experiência da coleta de dados de movimento de 20 crianças em sala de aula, utilizando sensor acelerômetro vestível. São apresentados a metodologia da coleta, procedimentos, opinião de professores e crianças, além das limitações e dificuldades no processo. A pesquisa foi realizada durante um período de 3 semanas com duas turmas do 2o ano do EF. Foram gerados 68 milhões de linhas de dados e mais de 100 páginas de anotações de campo, que estão em processo de análise para apoiar estudos futuros. O feedback da turma e das professoras foi positivo e atesta a qualidade da metodologia proposta.*

1. Introdução

Salas de aula inteligentes, ou *Smart Classrooms* são ambientes de aprendizagem que possuem consciência de contexto e, a partir disso, apresentam conteúdos educacionais de forma eficiente e personalizada [Lopes *et al.*, 2018]. Elas são construídas a partir de diversos componentes que trabalham juntos para promover interatividade e engajamento, melhorando o processo de ensino e aprendizagem [Kaur *et al.*, 2022]. Este tipo de ambiente de aprendizado ainda está em expansão, mas já apresenta impactos positivos para os alunos [MacLeod *et al.*, 2018].

A qualidade de aulas e palestras é analisada de forma automática por [Gligorić *et al.*, 2012]. Dentro do contexto de sala de aula inteligente, observam a atividade da audiência através de sensores e câmeras, buscando sinais de mudança de comportamento e movimentos para indicar desatenção (tal como bocejos, *fidgiting* ou olhando

para os lados). Como resultados, mostraram que essas informações, especialmente se fornecidas em tempo real, podem auxiliar o professor a melhorar a qualidade das palestras. Além disso, utilizando sensores galvânicos, [Kim 2019] conseguiram estimar o nível de engajamento dos alunos na aula, fornecendo essa informação diretamente ao professor.

Um aspecto importante para análise dentro deste contexto é a forma que os sistemas possuem para perceber o ambiente e os alunos, a qual serve como base de informação para futuras recomendações e adaptação às necessidades dos estudantes. De acordo com [Kwet *and* Prinsloo 2020], podem ser utilizados dispositivos como câmeras, sensores, e sistemas de IoT para coletar novas fontes de dados sobre a participação, expressões faciais, posturas do corpo e engajamento dos estudantes. Essas informações geram percepções importantes sobre o comportamento individual e da turma dentro da sala de aula.

Considerando esta coleta de dados através de sensores vestíveis, observa-se que é possível monitorar atividades, presença, comportamento e engajamento por meio deles, sendo promissor para a área de informática na educação [Motti 2019]. No trabalho de [Zhu *et al.* 2017] são usados sensores inerciais (acelerômetro e giroscópio) para detectar os momentos em que o aluno está escrevendo, e também momentos de atenção.

No contexto do público infantil, no qual este trabalho se insere, há estudos da proximidade, interação e localização entre estudantes captados com sensores vestíveis [Heravi *et al.* 2018, Saquib *et al.* 2018, Watanabe *et al.* 2013], além do traçado da relação entre sinais dos sensores e atividade, engajamento e performance acadêmica [Lee *et al.* 2019, Geršak *et al.* 2020, Byun *et al.* 2018]. Entretanto, pesquisas com sensores vestíveis em sala de aula com crianças ainda são escassas e necessitam serem melhor investigadas [Ferreira *et al.* 2020]. Além disso, os trabalhos existentes na literatura apresentam maior foco na apresentação de resultados, e não do processo da pesquisa e *feedback* dos voluntários, o que dificulta a continuidade do tema por outros autores.

Este artigo apresenta a experiência dos autores na coleta de dados através de sensores inerciais vestíveis em ambiente de sala de aula do segundo ano do Ensino Fundamental. O trabalho explora o processo de realização da pesquisa de forma linear, e relata as dificuldades, pontos positivos e impressões da pesquisadora e dos voluntários envolvidos, objetivando auxiliar na construção de futuras pesquisas na área.

2. Metodologia

A pesquisa tem natureza aplicada, objetivo exploratório e abordagem quantitativa e qualitativa. A metodologia utilizada é o estudo de caso, o qual trata-se da investigação ampla de um assunto específico, permitindo um aprofundamento dos conhecimentos sobre ele, e fornecendo subsídio para pesquisas futuras com maior aprofundamento [Castro Filho *et al.* 2021]. De acordo com [Castro Filho *et al.* 2021], em um estudo de caso (i) os dados são provenientes do ambiente em que o fenômeno ocorre; (ii) os dados coletados tem caráter descritivo; (iii) os pesquisadores tem grande interesse no processo de investigação em si; (iv) a opinião e visão dos participantes em relação às suas experiências é fundamental. Neste trabalho, o estudo de caso é realizado sob perspectiva exploratória, uma vez que as informações relacionadas ao fenômeno são escassas.

Dessa forma, observa-se a tendência neste método da valorização das impressões dos envolvidos no processo de pesquisa, seja dos pesquisadores ou voluntários. Neste

artigo, é retratado este aspecto importante do estudo de caso: o processo de coleta de dados sob a visão da pesquisadora, assim como destacando as experiências relatadas pelos voluntários e *feedbacks*.

2.1. Objetivo e Público

Tem o objetivo de coletar dados das atividades das crianças no dia a dia, em sala de aula presencial. Buscou-se compreender as possibilidades e limitações da análise do comportamento de estudantes de forma automática. O público para este estudo de caso consistiu em duas turmas do segundo ano do ensino fundamental.

2.2. Instrumentos de Coleta de Dados

O Estudo de Caso como método de pesquisa, adota variadas técnicas de coleta de dados, sejam por meio de elementos qualitativos ou quantitativos [Castro Filho *et al.*, 2021], os quais estão descritos nesta subseção.

Foram utilizados formulários enviados aos responsáveis para o estabelecimento do perfil dos alunos voluntários, sendo perguntado: idade, peso, altura, sexo, mão com a qual escreve e se o aluno possui alguma deficiência diagnosticada. Em relação às professoras, foi perguntado: idade, grau de escolaridade e também foi inserido um campo para "outras informações", no qual elas poderiam preencher com o que achassem relevante.

O principal instrumento de coleta de dados nesta pesquisa é o dispositivo wearable Actigraph GT9X Link. Ele possui dois acelerômetros e um giroscópio, sendo estes os sensores de captação de movimento. As informações geradas tratam-se de registros em arquivo dos pontos dos eixos de (x, y, z) de cada um dos sensores para cada centésimo de segundo. Este dispositivo, como descrito pelo fabricante, pode ser utilizado como um relógio ou como um cinto.

Também foi traçado um roteiro de anotações, que a pesquisadora pode preencher através da perspectiva de observação direta. Este roteiro possui a designação dos horários, minutos e segundos específicos para cada atividade geral (sentar, andar, pular, ficar parado em pé e correr), e tabela com horário e minuto para atividades específicas ocorridas durante este período de tempo, nível de atenção do aluno, além do momento específico da aula que estava ocorrendo e matéria. O roteiro de anotações também possuiu campos para impressões da pesquisadora sobre a professora naquele dia, como gestos e expressão, tom de voz, humor do dia e forma de acolhimento. Além disso, também foi prevista a observações de características de comportamento referentes à pandemia (como por exemplo, mexer na máscara). Por fim, a anotação objetiva da quantidade de vezes que cada aluno olhou ou mexeu no sensor e anotação subjetiva sobre o relato do aluno e da professora sobre a experiência a cada dia.

O último instrumento da coleta de dados foram os formulários de feedback para as professoras. As questões foram relativas ao grau de distração dos alunos na aula em razão do uso do dispositivo, sugestões considerando o contexto da pesquisa, utilidade das informações apresentadas com relação a desenvolvimento pedagógico e avaliação do estudante.

2.3. Comitê de Ética

Segundo a CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa), todos os projetos que envolvem pesquisas com seres humanos precisam passar por um CEP (Comitê de Ética

em Pesquisa) [Fronza 2020]. Dessa forma, este projeto e seu protocolo de metodologia de coleta foram enviados e aprovados (CAAE 48505221.0.0000.5594).

Como exigências do CEP, a escola participante foi cadastrada como parceira e o diretor responsável assinou a declaração de anuência. Além disso, as professoras voluntárias e responsáveis das crianças que participaram da pesquisa assinaram o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido). E, uma vez que as crianças já eram alfabetizadas, foram informadas do teor da pesquisa e escreveram seu nome no termo de assentimento (adaptação do TCLE para linguagem infantil).

2.4. Procedimentos

Os procedimentos da pesquisa consistiram em traçar as etapas e planejar a execução de cada fase da pesquisa. A primeira etapa é o contato e estabelecimento de parceria com a escola. Depois, conversar de maneira informal com as professoras sobre o teor da pesquisa, adaptando a metodologia conforme sugestões de análise e preocupações. A terceira etapa é de captação dos alunos, o qual representa a apresentação do projeto e envio da documentação para os responsáveis. A quarta etapa é a coleta dos dados em sala de aula. E, por fim, coleta de *feedback* de todos os participantes.

Contato com a escola: O procedimento para estabelecer a parceria com a escola teve como base: (i) contato com funcionários já conhecidos de escolas da região; (ii) envio de material para análise de responsável na escola (em geral, diretor); (iii) apresentação via *slides* do projeto e esclarecimento de dúvidas; (iv) assinatura da declaração de anuência firmando a parceria.

Conversa com professoras: Passo relevante, uma vez que as professoras também tinham a liberdade para não permitir a pesquisa em suas respectivas turmas, apesar da anuência da direção. Além disso, espera-se promover o engajamento das professoras para melhor *feedback* e interação. A conversa trata-se de um momento para apresentar o projeto a elas, e tirar dúvidas. Além disso, também foi prevista a coleta de sugestões e preocupações através de anotação. Esta conversa também representa o momento de definição dos horários de coleta, posicionamento do dispositivo nos alunos e forma de abordagem com os pais, além de outras minúcias relacionadas à aplicação da pesquisa em sala de aula.

Captação de alunos voluntários: A forma de captação de alunos voluntários foi definida durante a conversa com as professoras. A estratégia foi realizar o contato em duas frentes: a primeira, através do grupo do whatsapp com os responsáveis dos alunos, e em comunicação direta em sala de aula, explicando para os estudantes sobre a pesquisa e enviando o comunicado e TCLE aos pais de forma física. As professoras fizeram essa ponte e o convite para participação na pesquisa.

Procedimentos de coleta em sala de aula: O dispositivo será levado até a escola pela pesquisadora no início do dia, ela ajudará a posicionar o dispositivo higienizado na criança e irá recolher ao final do dia. A cada dia, durante um período de 3 minutos, será pedido para a criança realizar algumas atividades no pátio da escola, sendo elas: correr, andar, pular e ficar parado, as quais serão anotadas com respectivo horário. Além disso, a pesquisadora estará presente em sala de aula realizando observações e anotações conforme roteiro previsto.

Para fins de maior engajamento dos alunos na pesquisa, foi pensada uma estratégia de personalização do dispositivo através de adesivos variados. De acordo com [Heravi *et al.*, 2018], essa abordagem é positiva para acostumar as crianças com o dispositivo e inseri-las de forma mais direta na pesquisa. Dessa forma, além de colocar o dispositivo, os alunos também teriam a possibilidade de escolha de qual desenho eles gostariam de ter colado no relógio aquele dia. As suas escolhas também foram anotadas como dados para análise.

Feedback: Ao final de cada dia, será perguntado aos alunos sobre o nível de incômodo do dispositivo, o que eles acharam de participar naquele dia, e se eles gostariam de continuar usando o dispositivo no dia seguinte. Também será perguntado a professora sobre o nível de distração percebido da turma, e se a presença da pesquisadora em sala, ou dos dispositivos, estava atrapalhando o progresso da aula. No final das três semanas, é prevista a aplicação do formulário de *feedback*.

3. Relato de Experiência e Resultados

3.1. Aspectos Iniciais

A pesquisa foi inicialmente pensada como resposta a necessidade e lacuna encontrada pelos autores referente ao entendimento da rotina escolar e do comportamento de alunos no ambiente de sala de aula presencial de maneira objetiva. Houve uma conversa informal preliminar com professoras do ensino básico, e elas comentaram que não conseguiam prestar atenção em cada aluno individualmente em todo momento, e essa informação poderia ser útil a elas. Após busca inicial na literatura, foram encontradas duas principais abordagens para essa captação automática de dados: câmeras e sensores *wearable*.

Inicialmente, em razão da familiaridade da pesquisadora com técnicas de visão computacional, foi definida a utilização de câmeras para entender o comportamento dos estudantes. Entretanto, logo foram constatadas dificuldades inerentes ao método: oclusão dos alunos, dificuldade de sincronização de várias câmeras, identificação de cada aluno, posicionamento na sala, custo, armazenamento, instalação, dentre outros. A principal dificuldade encontrada foi o risco à privacidade dos alunos e das professoras, considerando que nem todos estariam participando do estudo, sendo um dilema ético, e que as professoras teriam sensação de estarem sendo vigiadas e gravadas.

Por fim, o projeto, ainda com o mesmo objetivo, tomou outro foco: sensores vestíveis. Dentro das possibilidades de sensores vestíveis para captação de dados (e.g. sensores inerciais, de batimento cardíaco, ECG, galvânicos, temperatura corporal), foi definido que sensores inerciais seriam utilizados nesta pesquisa. Isso é justificado pela prevalência de trabalhos envolvendo acelerômetros e detecção de atividade [Ferreira *et al.*, 2020] na literatura, além dos custo e importância do movimento no desenvolvimento infantil (o qual é captado pelos sensores).

O passo seguinte dentro do escopo da pesquisa foi a seleção do dispositivo a ser utilizado. Foi realizada a comparação de 35 dispositivos vestíveis comerciais diferentes que possuíam um acelerômetro. E, após comparação de preço, reprodutibilidade na literatura, número de sensores, frequência de captação, tipo e quantidade de memória, duração da bateria e faixa de aceleração do sensor, o dispositivo ActiGraph GT9X Link foi adquirido para a pesquisa.

O preço de cada dispositivo, junto ao valor para adquirir o *software* (o que era obrigatório para realizar o *download* dos dados), permitiu a compra de quatro deles. Assim, uma limitação foi estabelecida: apenas quatro crianças poderiam utilizar o sensor de cada vez. Dessa forma, o protocolo foi alterado para que, em cada turma, quatro crianças utilizassem o dispositivo por semana.

Após a definição dos aspectos descritos, o projeto foi submetido e avaliado pelo Comitê de Ética (CEP). Algumas correções foram solicitadas, tais como: definição de riscos mais específicos (como a desvantagem de dedicar um tempo para o preenchimento dos formulários e termo de consentimento); definição do método de disponibilização dos dados após a pesquisa (acesso livre ou sob guarda, que foi definido como acesso livre); indicação específica da duração das etapas de pesquisa; simplificação da gramática para o termo de assentimento (o qual é direcionado a crianças); fazer menção à garantia de anonimidade. O tempo da submissão até a aprovação foi de aproximadamente três meses.

3.2. Busca por Escola Parceira

A procura pela escola na qual seria realizada a pesquisa começou logo após a aprovação do CEP. Inicialmente, foi realizado contato via *Whatsapp* com três professoras e uma diretora de escolas da reunião da pesquisadora, as quais já eram conhecidas por outros cenários. Duas professoras comentaram da impossibilidade da realização da pesquisa onde elas trabalhavam, seja por negação da direção da escola, ou por não terem conseguido falar com o setor responsável na escola.

A diretora foi bastante prestativa e concordou com a realização de uma reunião virtual para que a pesquisadora apresentasse o projeto e ela discutisse internamente. A apresentação em slides foi preparada com linguagem simples, e destacando o procedimento de coleta, o que seria necessário das professoras, e os possíveis benefícios para a escola. Os benefícios pensados incluem: contribuição da escola para a ciência, relatório sobre a turma e também oficina sobre pensamento computacional para os alunos (como forma de retribuição para disponibilidade).

A reunião teve duração de 30 minutos. A pesquisadora realizou a apresentação e recebeu os comentários da diretora, os quais destacavam o interesse no projeto e na possibilidade de contribuir. Além disso, ela comentou que a escola já sediou outras pesquisas, da área de pedagogia, e que já possuem a adesão da maioria dos responsáveis das crianças; assim, seria fácil de conseguir a concordância para a participação das crianças. Entretanto, mostrou preocupação com relação aos protocolos sanitários definidos pela escola durante a pandemia (por exemplo, os alunos não podem pegar material emprestado, nem encostar nos demais colegas), e também com a sobrecarga de trabalho dos professores durante o período, sendo complicado atribuir mais uma responsabilidade a eles. Ela se comprometeu, no entanto, a apresentar a proposta para os demais membros da comissão de direção da escola na semana seguinte e fornecer um retorno.

O retorno negativo foi enviado pelo *Whatsapp*, reforçando que eles ficaram lisonjeados pela instituição ter sido considerada. Mas que decidiram pela manutenção da não realização de atividades extras no período de excepcionalidade da pandemia. A outra professora com a qual foi feito contato não respondeu a mensagem. Assim, foi pensado em nova forma de buscar a escola parceira: envio de *e-mails* para escolas da região, das quais também não obteve-se resposta positiva.

Foram feitos, então, um quarto e quinto contatos. O quarto contato foi com uma professora do ensino superior que tinha conhecidos em escolas públicas municipais da região, e que poderia realizar uma ponte entre a pesquisadora e a direção de alguma escola. Já o quinto contato foi com uma outra professora do ensino básico que estava de férias no momento dos contatos iniciais. Ambos contatos foram frutíferos, possibilitando o agendamento de duas reuniões de apresentação com a direção das escolas.

A primeira reunião foi com o diretor de uma escola municipal da cidade. A reunião foi presencial, por solicitação do diretor, e a pesquisadora levou consigo o computador para apresentação dos *slides*. O diretor foi receptivo e esboçou animação com o teor da pesquisa e com a possibilidade de ajudar. Já nesta primeira reunião, ele concordou com a realização da pesquisa na escola, não solicitou nenhuma alteração no protocolo e assinou a declaração de anuência. Dessa forma, e firmada a parceria, foi encerrada a etapa dos contatos com escolas.

3.3. Conversa com as professoras

Na escola parceira, há três professoras (as quais serão designadas por A, B e C) do segundo ano do ensino fundamental e uma coordenadora, com as quais foi realizada a conversa. Também realizada de forma presencial, a reunião foi iniciada com a apresentação do projeto pela pesquisadora e foram propostos os questionamentos às professoras (melhor local para posicionamento do dispositivo no aluno, melhor horário para realização das atividades fora da sala de aula, forma de abordagem e captação de voluntários para pesquisa, dentre outros).

Cada professora tem uma turma pela manhã e uma turma à tarde. Os turnos tem duração de 3h30 (manhã das 7:30 as 11:00; tarde das 13:00 as 16:30) e são compostos de 3 horários de matéria e intervalo para o lanche. Foi definido que a pesquisa seria conduzida na turma da manhã da professora A (15 alunos), e na turma da tarde da professora B (19 alunos). Isso foi justificado em razão da possibilidade de comparação entre a turma que participou da pesquisa, e a que não participou, da mesma professora, configurando um grupo controle.

Em relação ao posicionamento do dispositivo, as professoras mostraram preocupação com relação a utilização do dispositivo como um cinto, uma vez que exigiria maior aproximação da pesquisa com a criança; e também pois a cintura é um local de maior privacidade. Além disso, após apresentação do que o sensor pode captar, as professoras relataram a impressão de que os braços poderiam representar melhor a distração do aluno com relação à aula. Assim, foi determinado que o sensor seria colocado como um relógio, no braço não dominante do aluno (para não atrapalhar o processo de escrita). O horário para a realização das atividades no pátio ficou após o intervalo. Também, foi decidido que as professoras explicariam o projeto aos pais através de grupo do *Whatsapp* e comunicado impresso enviado pelos alunos.

3.4. Coleta dos Dados

Após quinze dias, foi iniciada a coleta de dados na escola. Além das duas professoras principais, as turmas também possuem duas pedagogas e três monitoras, as quais consentiram em participar. O perfil dos voluntários (professora e crianças) pode ser observado na subseção 3.4.1. O relato da coleta consta na subseção 3.4.2, já as discussões referentes ao comportamento dos alunos estão na subseção 3.4.3.

3.4.1. Perfil dos Voluntários

As duas turmas possuíam um total de 34 alunos, e 20 alunos consentiram em participar (10 de cada turma). Inicialmente, esperava-se uma aderência menor que 50% da turma, sendo um resultado positivo. Os responsáveis, além da assinatura do TCLE, também preencheram um formulário com informações sobre seus filhos. Os itens consistiam em (i)sexo; (ii)idade; (iii)peso; (iv)altura.

As respostas referentes ao item (i)sexo, foram de masculino e feminino. No total, a pesquisa contou com onze meninos e nove meninas, sendo que houve predominância de meninas a tarde e meninos pela manhã. Em relação a (ii)idade, onze crianças tinham 8 anos, seis crianças tinham 7 anos e 3 tinham 9 anos. O campo do (iii)peso não foi respondido por cinco voluntários, sendo que, para os que responderam, variou entre 23kg e 60kg, com média de 34,4kg. Já o campo da (iv)altura não teve sete respostas, variando entre 1,15m e 1,35m e com média de 1,27m.

Apenas dois alunos justificaram porque não puderam participar. Uma aluna informou que os pais não permitiram a sua participação por razões religiosas. Já o outro aluno falou que ele perdeu o formulário na primeira semana, e na segunda semana a mãe esqueceu de assinar o formulário.

3.4.2. Relato

No primeiro dia dentro da sala de aula, a pesquisadora se apresentou às crianças e se colocou a total disposição para responder a quaisquer perguntas que elas tivessem. Além disso, contou sobre o que era o projeto novamente, como funcionaria e quanto tempo ela estaria ali com eles. As crianças se interessaram pelo fato de eu ter me identificado como cientista, e ficaram intrigadas em como eles também poderiam se tornar cientistas no futuro. Após as discussões, foram coletados os TCLEs e os dispositivos foi colocados nas crianças, de maneira que não apertasse e incomodasse.

Após o posicionamento inicial do dispositivo, foi oferecida à criança voluntária a possibilidade de personalizar um relógio com um adesivo, o que as deixou animadas. As possibilidades de desenhos que poderiam ser colocados foram: bola de futebol, controle de *videogame*, coração, livro, foguete, astronauta, celular, crianças brincando, cachorro, gato, pizza, hambúrguer e fritas, cientistas, violão, caro, boneca, cavalo, *baby shark*, lápis, estrela, dinossauro, navio, emoji sorrindo, emoji sorrindo com corações, emoji de festa, ET, princesas, computador, sol, flor e árvore.

A turma da manhã não pediu a mudança de adesivos durante a semana, mas para a turma da tarde os adesivos foram motivo de muito engajamento. Logo na chegada da pesquisadora na sala, mesmo antes da aula começar, eles já se dirigiam até a carteira e pediam para olhar as possibilidades de desenhos. Além disso, pediram também para colar alguns no estojo e levar para o irmão menor, o que estabeleceu um vínculo entre a pesquisa e os alunos.

Depois da etapa de posicionamento, a aula seguiu da forma como planejada pela professora. Não houveram interrupções referentes ao dispositivo ou a presença da pesquisadora na sala de aula. As aulas variaram entre explicação, cópia de atividades do

quadro, realização de tarefas pelos alunos, conferência de atividades, pintura, hora do lanche, momentos em que a professora não estava na sala, dentre outros.

Já em relação a anotação das atividades durante a aula, o primeiro método de anotação não forneceu bons resultados. Foi planejado o registro das atividades de todos os quatro alunos da semana ao mesmo tempo, o que não foi possível, uma vez que eles estavam em diferentes locais da sala e a velocidade de mudança entre um movimento e outro é alta. Dessa forma, no segundo dia, a metodologia foi adaptada para corresponder à realidade da pesquisa em campo. A alternativa foi, então, fazer a anotação específica de todos os movimentos, atividades e atenção de cada aluno por um período de 30 minutos. E os demais movimentos no restante do tempo foram anotados apenas quando tratavam-se de levantar, sentar, andar e sair da sala. Esse método mostrou-se eficaz, já que é mais confiável que a pesquisadora não tenha perdido atividades.

O momento do intervalo foi restrito por protocolos da pandemia. Os alunos guardavam o seu material, passagem álcool gel nas mãos e eram servidos com um lanche preparado pela escola. Neste momento, percebeu-se maior conversa e gesticulação entre os estudantes. Entretanto, em três dias na aula a tarde, as crianças brincaram de anão-gigante e de o mestre mandou, o que foi interessante observar e ter como dados.

Foi prevista a anotação específica das atividades andar, correr, pular, ficar parado em pé e sentado. Para as quatro primeiras atividades, os alunos foram convidados a ir até o pátio da escola após o intervalo. Durante 30 segundos ficavam parados, depois 15 segundos pulando, 30 segundos andando e 15 segundos correndo; os respectivos *timesteps* das atividades foram anotados. Este momento de saída da sala era o qual os voluntários mais aguardavam durante o dia, uma vez que só tinham permissão para idas ao banheiro no restante do tempo da aula. Percebeu-se que essa atividade também construiu engajamento da pesquisa com os estudantes, e, do lado de fora da sala, alguns sentiram-se mais a vontade para perguntar sobre a pesquisa e o dispositivo.

A cada dia de pesquisa, os dados eram baixados e guardados, e a pesquisadora gravava um áudio relatando os acontecimentos e discussões do dia. Ao final, todas as anotações foram transcritas para o computador, assim como os áudios descritivos. Percebeu-se que o método de gravação foi proveitoso, uma vez que a rotina da pesquisa não dava tempo suficiente para descrever todos os detalhes de forma escrita todo dia. Como resultados de dados, tem-se 155 páginas de documentos de anotações e transcrição de áudios e 68 milhões de linhas de dados de movimento, os quais pretende-se analisar e, em seguida, disponibilizar à comunidade para investigações futuras.

Vale a pena destacar, também, que as crianças deram 15 cartinhas com desenhos para a pesquisadora no decorrer da pesquisa, o que mostra o carinho e humanidade dentro de uma pesquisa de cunho objetivo. Ao final, foi realizada uma despedida, em que a pesquisadora agradeceu a todos pelo acolhimento, e muitas crianças lamentaram a partida.

3.5. Feedback e Impressões das Professoras e Alunos

Todos os dias, ao final de cada turno, a pesquisadora perguntou aos alunos participantes uma nota de 1 a 5 para o quanto eles gostaram de participar da pesquisa naquele dia, o que eles acharam do adesivo, se o dispositivo incomodou eles em alguma coisa e se eles gostariam de participar da pesquisa no dia seguinte. As notas variaram entre 4 e 5, sendo que apenas um dia um aluno deu a nota 3. Os adesivos receberam elogios das crianças

como "a melhor parte", mas 4 voluntários mostraram indiferença em relação a eles. O único relato de incômodo do dispositivo veio de 2 crianças, apenas no segundo dia da pesquisa à tarde; como hipótese, tem-se que estava muito calor no dia, e o dispositivo acabou grudando nas crianças e causando o incômodo. Todos os alunos, em todos os dias, escolheram participar da pesquisa no dia seguinte.

Como observações subjetivas da pesquisadora, nas três semanas de pesquisa, foi registrado 43 mexidas ou olhadas para o relógio, sendo a maioria no segundo dia de pesquisa a tarde. Este número foi considerado baixo, uma vez que o movimento não foi constante, e nem provocou distração prolongada ou incômodo.

Já para o *feedback* das professoras utilizou do formulário e de conversas informais no dia a dia dentro da sala de aula. Elas relataram não perceber mudança no comportamento da turma, comparando tanto com a sua turma do turno oposto, quanto ao comportamento deles antes da pesquisa. Além disso, mostraram interesse nas informações genéricas sobre a relação do nível do movimento com o horário fornecidos, assim como a matéria.

Dessa forma, observa-se a aprovação do método da pesquisa por ambos perfis de voluntários, e a projeção das análises a serem realizadas com os dados mostram-se promissoras e de interesse e relevância para as professoras. As informações poderão ser utilizadas para melhorar o planejamento pedagógico, assim como métodos de aula.

4. Considerações Finais

Dispositivos tecnológicos estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas e podem auxiliar nas tarefas diárias em muitas áreas do conhecimento. Em ambientes educacionais, o subsídio da tecnologia pode criar cenários de aprendizado mais dinâmicos e engajadores através de salas de aula inteligentes [Costa *et al.*, 2020].

Neste artigo, foi apresentada a coleta de dados de movimento através de sensores inerciais vestíveis com duas turmas do segundo ano do Ensino Fundamental, uma matutina e outra vespertina. Apresentou-se o processo de construção da metodologia de um estudo de caso, assim como um relato de sua aplicação real em campo e adaptações feitas. Como resultados, espera-se auxiliar pesquisas futuras no tema a planejarem sua pesquisa de campo com sensores. Além disso, tem-se também como resultados os dados coletados, os quais estão em processo de análise e pretende-se disponibilizá-los de forma aberta à comunidade.

É importante observar as limitações deste método de pesquisa. A primeira é que a presença da pesquisadora e dos dispositivos pode a situação a ser observada. Além disso, há restrições com relação ao público, região do país, dispositivo escolhido, posicionamento, dentre outros. Entretanto, apesar das limitações, este estudo de caso possibilitou a validação da metodologia proposta e das análises pretendidas e o caminho para mais desenvolvimentos na área mostra-se necessário e promissor.

Agradecimentos

Agradecimento à CAPES e à pró-reitoria de pesquisa e à Pós-graduação em Ciência da Computação da UFABC, pelo apoio concedido. Agradeço também à escola, professoras e voluntários participantes na pesquisa.

Referências

- Byun, W., Lau, E. Y., and Brusseau, T. A. (2018). Feasibility and effectiveness of a wearable technology-based physical activity intervention in preschoolers: A pilot study. *International journal of environmental research and public health*, 15(9):1821.
- Castro Filho, J. A., Freire, R. S., and Maia, D. L. (2021). Estudo de caso como método de pesquisa em informática na educação. In *Metodologia de pesquisa científica em Informática na Educação: abordagem qualitativa*, volume 3 of *Série Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação*. SBC.
- Costa, J. A., Dorça, F. A., and Araújo, R. D. (2020). Avaliação do comportamento de estudantes em um ambiente educacional ubíquo. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 182–191. SBC.
- Ferreira, P. N., Rodriguez, C. L., and Motti, V. G. (2020). Wearables para coleta de dados de estudantes em ambiente escolar: Mapeamento sistemático. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1353–1362. SBC.
- Fronza, C. d. A. (2020). Submissão de projeto de pesquisa ao comitê de Ética: da plataforma brasil ao parecer consubstanciado. In *Metodologia de pesquisa científica em Informática na Educação: Concepção de Pesquisa*, volume 1 of *Série Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação*. SBC.
- Geršak, V., Vitulić, H. S., Prosen, S., Starc, G., Humar, I., and Geršak, G. (2020). Use of wearable devices to study activity of children in classroom; case study—learning geometry using movement. *Computer Communications*, 150:581–588.
- Gligorić, N., Uzelac, A., and Krco, S. (2012). Smart classroom: real-time feedback on lecture quality. In *2012 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops*, pages 391–394. IEEE.
- Heravi, B. M., Gibson, J. L., Hailes, S., and Skuse, D. (2018). Playground social interaction analysis using bespoke wearable sensors for tracking and motion capture. In *Proceedings of the 5th International Conference on Movement and Computing*.
- Kaur, A., Bhatia, M., and Stea, G. (2022). A survey of smart classroom literature. *Education Sciences*, 12(2):86.
- Kim, P. W. (2019). Ambient intelligence in a smart classroom for assessing students' engagement levels. *Journal of ambient intelligence and humanized computing*, 10(10):3847–3852.
- Kwet, M. and Prinsloo, P. (2020). The 'smart' classroom: a new frontier in the age of the smart university. *Teaching in Higher Education*, 25(4):510–526.
- Lee, V. R., Fischback, L., and Cain, R. (2019). A wearables-based approach to detect and identify momentary engagement in afterschool makerspace programs. *Contemporary Educational Psychology*, 59:101789.
- Lopes, V., Medina, R., Bernardi, G., and Nunes, F. B. (2018). Smart classroom utilizando dispositivos iot: uma revisao sistemática da literatura. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 29, page 308.

- MacLeod, J., Yang, H. H., Zhu, S., and Li, Y. (2018). Understanding students' preferences toward the smart classroom learning environment: Development and validation of an instrument. *Computers & Education*, 122:80–91.
- Motti, V. G. (2019). Wearable technologies in education: a design space. In *International Conference on Human-Computer Interaction*, pages 55–67. Springer.
- Saqib, N., Bose, A., George, D., and Kamvar, S. (2018). Sensei: Sensing educational interaction. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 1(4):1–27.
- Watanabe, J.-I., Yano, K., and Matsuda, S. (2013). Relationship between physical behaviors of students and their scholastic performance. In *2013 IEEE 10th International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing and 2013 IEEE 10th International Conference on Autonomic and Trusted Computing*, pages 170–177. IEEE.
- Zhu, Z., Ober, S., and Jafari, R. (2017). Modeling and detecting student attention and interest level using wearable computers. In *2017 IEEE 14th international conference on wearable and implantable body sensor networks (BSN)*, pages 13–18. IEEE.