

# A FORMAÇÃO INICIAL EM PEDAGOGIA E AS EMOÇÕES SOBRE A MATEMÁTICA: Uma Articulação de Pesquisas nos Campos da Educação e da Engenharia Biomédica

Lucio Vasconcelos dos Santos<sup>1</sup>  
Aleksander Sade Paterno<sup>2</sup>  
Luciane Mulazani dos Santos<sup>3</sup>

## RESUMO

Este artigo apresenta um estudo de caso que investiga emoções de estudantes de Licenciatura em Pedagogia sobre a Matemática. Trata-se de uma pesquisa mista, com abordagem qualitativa realizada como pesquisa narrativa em grupo focal e com abordagem quantitativa feita a partir de um experimento que utilizou um dispositivo eletrônico vestível para detecção de batimentos cardíacos das estudantes participantes. Os resultados das análises dos dados mostraram como as narrativas constituídas impactaram na revelação das emoções das licenciandas em Pedagogia (manifestadas em seus relatos e nos sinais detectados pelo dispositivo que utilizaram); como as memórias em relação à Matemática podem produzir o mal-estar docente e como esse mal-estar pode ser registrado, para ser discutido, com apoio de recursos tecnológicos criados a partir da Engenharia Biomédica. Além da discussão sobre como as emoções sobre a Matemática afetam os professores em formação na escolha do campo de atuação em sua profissional, este artigo também apresenta um exemplo de parceria de pesquisa entre as áreas da Educação e da Engenharia para encontrar soluções para problemas relacionados à formação de professores.

**Palavras-chaves:** narrativas; mal-estar docente; biossensor; dispositivo vestível.

## INITIAL TRAINING IN PEDAGOGY AND EMOTIONS ABOUT MATHEMATICS: A RESEARCH ARTICULATION IN THE FIELDS OF EDUCATION AND BIOMEDICAL ENGINEERING

## ABSTRACT

This paper presents a case study that investigates the emotions of students of Degree in Pedagogy about mathematics. This is a mixed research, with a qualitative approach carried out as a narrative research in a focus group and with a quantitative approach based on an experiment that used a wearable electronic device to detect the heartbeats of the participating students. The results of the analysis of the data showed how the constituted narratives impacted on the revelation of the emotions of the undergraduate students in Pedagogy (manifested in their reports and in the signals detected by the device they used); how memories in relation to mathematics can produce teacher malaise and how this malaise can be registered, to be discussed, with the support of technological resources created from Biomedical Engineering. In addition to discussing how emotions about mathematics affect teachers in training when choosing their professional field, this article also presents an example of a research partnership between the areas of Education and Engineering to find solutions to problems related to teacher training.

**Keywords:** narratives; teacher malaise; biosensor; wearable electronic device.

Submetido em: 1/7/2023

Aceito em: 20/10/2024

Publicado em: 2/1/2025

<sup>1</sup> Instituto Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-7157-0543>

<sup>2</sup> Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc. Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Elétrica – PPGEL. Joinville/SC, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-9877-4850>

<sup>3</sup> Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc. Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação. Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias. Florianópolis/SC, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-7617-7310>

## INTRODUÇÃO

As emoções negativas de estudantes de Pedagogia em relação à Matemática podem afetar a aprendizagem de componentes curriculares dessa área de conhecimento (Chacón, 2003 ) durante seu curso de formação inicial, bem como fazer com que eles sintam mal-estar ao se imaginarem ensinando Matemática no futuro campo de trabalho (a Educação Infantil, os Anos Iniciais do Ensino Fundamental e a Educação de Jovens e Adultos). Nesse cenário, é importante que professores formadores e pesquisadores se interessem por esse tema e debatam-no como um problema que afeta o campo da Educação, por exemplo a evasão discente dos cursos de licenciatura (Morosini *et al.*, 2012; Lima; Machado, 2014); a diminuição da procura pelos cursos de Licenciatura para formação profissional (Tartuce; Nunes; Almeida, 2010) e do propósito de atuar na Educação Básica (Almeida; Nunes; Tartuce, 2009), bem como a insatisfação com a profissão docente (Lapo; Bueno, 2003).

Neste artigo são apresentados e discutidos resultados de uma pesquisa que foi realizada nesse contexto, a qual contou com o apoio de sistemas de Engenharia Biomédica para detecção, registro e análise de sinais que identificaram situações de mal-estar entre estudantes de Pedagogia ao relatarem, em um grupo focal, suas memórias do período escolar referentes à Matemática. O campo da Engenharia Biomédica aplica conceitos, técnicas e ferramentas da Engenharia para desenvolver tecnologias e análises voltadas a sistemas biológicos ou a sistemas que utilizam princípios biológicos. No estudo aqui apresentado métodos e instrumentos da Engenharia Biomédica foram fundamentais para os processos de produção e de análise de dados, com resultados que se mostraram relevantes para o campo da Educação no que se refere a possibilitar uma discussão sobre a formação inicial de professores.

## SOBRE EMOÇÕES E MAL-ESTAR DOCENTE

A definição de emoção adotada neste artigo tem como base os estudos do neurologista e pesquisador português António Damásio: emoção é um “conjunto de reações, muitas delas publicamente observáveis” (Damásio, 2000c, p. 64); “‘movimento para fora’, ou seja, é um processo fisiológico que se manifesta em forma de comportamento” (Damásio, 2000b, p. 153).

Ao explicar que há diferenças entre significados, Damásio define sentimento como “o processo de viver uma emoção”, um registro de emoções, ou seja, “guias internos”, “sensores”, “qualificadores” daquilo que é percebido ou recordado (Damásio, 2000a, p. 16-17). Nessa perspectiva, um sentimento em relação a algo que é percebido ou recordado pode se tornar um qualificador desse algo.

Ainda, em Damásio (2000c), o sentimento é caracterizado como uma experiência mental da emoção, com um processo composto de três etapas em *continuum* que podem provocar alterações fisiológicas no nosso corpo, como tensão muscular, suor, aumento do ritmo cardíaco ou rubor no rosto, as quais são detectáveis por dispositivos e instrumentos de Engenharia Biomédica, por exemplo, os vestíveis de pulso. As três etapas da experiência mental da emoção são assim elencadas por Damásio (2000c):

Um estado de emoção, que pode ser desencadeado e executado inconscientemente; um estado de sentimento, que pode ser representado inconscientemente, e um estado de sentimento tornado consciente, isto é, que é conhecido pelo organismo que está tendo emoção e sentimento (p. 57).

Nesse contexto, Damásio (2000c, p. 38) também faz uma classificação dos tipos de emoção entre primárias, secundárias e de fundo.

Emoções primárias (ou básicas) independem de fatores culturais e

são mais fáceis de definir porque há uma tradição bem estabelecida em relação às emoções que devem fazer parte desse grupo, [...] que primeiro vêm à ideia quando se pronuncia a palavra 'emoção' [...] a lista inclui o medo, a raiva, o nojo, a surpresa, a tristeza e a felicidade (Damásio (2000c, p. 38).

Emoções secundárias (ou sociais) dependem de fatores sociais e culturais, como empatia, compaixão, ciúme, culpa, vergonha, orgulho, etc.

Emoções de fundo caracterizam-se por “bem-estar ou mal-estar, calma ou tensão”. (Damásio, 2000c, p. 38).

É no contexto das definições de Damásio (2000a, b, c) que na pesquisa aqui relatada adota-se o termo emoção: relacionando-o à ideia de *mover de dentro para fora*, ou seja, que emoção é um modo de comunicar (para fora) estados humanos (que acontecem *dentro* de nós) que podem se manifestar na forma de comportamentos. Especificamente, o problema abordado situa-se no contexto das emoções de fundo (bem-estar ou mal-estar).

Esses são aspectos que podem levar a situações caracterizadas como mal-estar docente que, segundo Esteve (1992, p. 31), pode ser definido como “os efeitos negativos permanentes que afetam a personalidade do professor em resultado das condições psicológicas e sociais em que exerce a docência”. Em Esteve (1991, 1992) são apontadas as seguintes consequências, para os professores, de suas situações de mal-estar docente: insatisfação pessoal e profissional resultante da comparação entre a realidade da prática docente e aquilo que gostariam de realizar; baixa motivação; esgotamento; cansaço; inibição; solicitações de transferência do local de trabalho para fugir de situações de conflito; desejo de abandonar a docência; absenteísmo; emoções negativas, tais como ansiedade, depressão, estresse; mau relacionamento com os colegas; enfermidades generalizadas.

A discussão sobre as emoções e o mal-estar docente em relação à Matemática interessa a diferentes professores e pesquisadores. Chacón (2003, p. 19) afirma que “as questões afetivas têm um papel essencial no ensino e na aprendizagem da matemática” e que “as crenças que os jovens manifestam sobre o sucesso e o fracasso em matemática envolvem valores do grupo social, de sua dimensão afetiva e do posicionamento que elas assumem diante da matemática” (Chacón, 2003, p. 77).

Em seu estudo Chacón (2003) apresenta uma divisão das crenças em relação à Matemática em quatro categorias: crenças sobre a Matemática, crenças sobre a aprendizagem da Matemática, crenças sobre si mesmo como aprendiz de Matemática e crenças provocadas pelo contexto social aos quais os alunos e professores pertencem. Sobre os impactos negativos que elas provocam, a autora destaca que “é importante

propor intervenções que ajudem os alunos a saírem do estado de bloqueio diante da atividade matemática” (Chacón, 2003, p. 25) e sugere que o professor tem importante papel na superação, porque é capaz de suspender as crenças e as emoções e sentimentos negativos quando, por meio de estratégias didáticas, busca facilitar o processo de aprendizagem, possibilitando que o aluno reconstrua aspectos cognitivos e afetivos em relação à disciplina.

Desse modo, as emoções (tanto as que podem ser consideradas negativas quanto as que podem ser consideradas positivas) podem ter origem nas crenças que as pessoas têm ou tiveram sobre a Matemática.

Ao aprender matemática, o estudante recebe estímulos contínuos associados a ela – problemas, atuações do professor, mensagens sociais, etc. – que geram nele certa tensão. Diante destes estímulos, reage emocionalmente de forma positiva ou negativa. Essa reação está condicionada por suas crenças sobre si mesmo e sobre a matemática. Se o indivíduo depara-se com situações similares repetidamente, produzindo o mesmo tipo de reações afetivas, então a ativação da reação emocional (satisfação, frustração, etc.) pode ser automatizada e se “solidificar” em atitudes. Essas atitudes e emoções influem nas crenças e colaboram para sua formação (Chacón, 2003, p. 23).

Jesus (2002) aponta que a formação inicial de professores deve incluir uma orientação preventiva das potenciais situações geradoras do mal-estar docente para, assim, elevar a autoconfiança e as chances de sucesso dos futuros docentes quando precisarem enfrentar os desafios da profissão.

Stobäus, Mosquera e Santos (2007) assim explicam a ligação entre o mal-estar docente e as experiências das pessoas como discentes e professores:

O tema Mal-estar na Docência vincula-se aos momentos históricos, políticos e vivências mais íntimas das pessoas enquanto discentes/docentes, pois representam a repercussão de dificuldades encontradas na escola, (incluindo sempre a universidade) em outros âmbitos (p. 261).

Assim, as origens do mal-estar docente carregam elementos culturais, sociais, históricos, psicológicos e políticos que afetam a docência e são potenciais causadores de sintomas negativos aos professores e aos licenciandos em formação, nos âmbitos emocionais, cognitivos e físicos. Trata-se de um fenômeno crescente que preocupa e que, por essa razão, merece ser investigado, evidenciado e tratado, no contexto da formação inicial, em busca do bem-estar docente para que, assim, se redefinam as condições da profissão dos professores perante si mesmos e perante a sociedade. É fundamental, portanto, que se debatam, em tal contexto, os saberes, os sentimentos, os desafios e as superações envolvidos, bem como a importância de que o mal-estar docente causado pelas emoções negativas em relação à matemática seja tratado ao longo do processo de formação inicial da Licenciatura em Pedagogia. Discutir sobre o tema torna-se ainda mais relevante quando se constata que essas questões podem se referir a estudantes tanto da Educação Básica quanto do Ensino Superior e, portanto, pode atingir o amplo espectro da formação humana que se dá na escola e na universidade, impactando, inclusive, nas escolhas por uma profissão, como a de pedagoga ou pedagogo, em razão das possíveis situações de mal-estar docentes que poderão acompanhar o trabalho do futuro professor.

Entendendo essa discussão como fundamental, uma questão que se apresenta nesse ponto é como mobilizá-la, torná-la uma experiência formativa para os futuros professores e utilizar métodos ou instrumentos que possibilitem uma investigação relevante no âmbito das pesquisas sobre formação de professores (Nacarato, 2013). As respostas encontradas pelo grupo de pesquisadores que realizou a investigação apresentada neste artigo foi aliar o desenho de pesquisa narrativa com métodos de investigação apoiados na utilização de dispositivos de Engenharia Biomédica.

Ao trabalhar com narrativas de professores de Matemática, o estudo de Fiorentini e Miorim (2001) mostrou que a diversidade de histórias narradas pelos participantes

possibilitou múltiplos olhares e significados às histórias de vida relatadas, ampliando, assim, o alcance e os níveis de reflexões individuais e fazendo emergir aspectos essenciais relacionados à atividade docente em matemática. Dentre outros aspectos identificados a partir dos textos monográficos, destacamos: o papel desempenhado pelo relacionamento da matemática escolar na escolha profissional; as relações da escolha pela carreira profissional com gênero, “dom” e prazer; a influência de “modelos” de professor internalizados durante a fase estudantil; as pressões externas, as mudanças e os conflitos vividos durante o processo de desenvolvimento e de constituição profissional (p. 23).

Segundo esses pesquisadores,

os depoimentos dos professores, registrados em suas memórias, mostram que suas histórias de sucesso ou fracasso em relação à matemática escolar foram decisivas, para a maioria deles, na escolha da carreira profissional. Para outros, entretanto, aconteceu o oposto. A dificuldade de lidar com a matemática escolar acabou gerando um forte desejo de superação dessa situação transformando-se em um desafio (Fiorentini; Miorim, 2001, p. 23-24).

Os trabalhos dos pesquisadores já citados – destacadamente Fiorentini e Miorim (2001), Chacón (2003), Esteve (1991, 1992) e Stobäus, Mosquera e Santos (2007) – e a observação sobre sua própria – prática levaram uma professora formadora de professores, atuante em um curso de Licenciatura em Pedagogia na disciplina Matemática e Ensino, a se reunir com pesquisadores da área de Engenharia Biomédica para desenvolverem a pesquisa aqui apresentada. Em um trabalho colaborativo, o objetivo foi investigar como as memórias em relação à Matemática das licenciandas em Pedagogia afetam suas emoções em seus processos de formação inicial.

## **SOBRE OS MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA**

A pesquisa teve como campo de investigação a disciplina de Matemática de um curso de Licenciatura em Pedagogia de uma universidade pública do Sul do Brasil. A intervenção de pesquisa teve uma abordagem mista (com procedimentos qualitativos e quantitativos) para produção e análise dos dados, composta por uma atividade mediada pela professora da disciplina (terceira autora deste artigo e pesquisadora de um projeto de Educação sobre o mal-estar docente) e por um experimento conduzido por um doutorando em Engenharia Elétrica (primeiro autor) cuja tese (orientada pelo segundo autor) discute como dispositivos com biossensores podem apoiar o enfrentamento de problemas relacionados à detecção de emoções negativas de estudantes em situações de aprendizagem e avaliação escolar.

Os dados foram produzidos no segundo semestre de 2022 durante o horário regular de uma aula, no período noturno, com participação de 12 estudantes (licenciandas em Pedagogia) com idades entre 19 e 38 anos, da professora da disciplina e do doutorando em Engenharia Elétrica. Foram adotados no processo os procedimentos metodológicos qualitativos para constituição de um grupo focal que, de acordo com Sampieri, Collado e Lucio (2013, p. 433), é um método de produção de dados que acontece quando “reunimos um grupo de pessoas e trabalhamos com ele em relação aos conceitos, às experiências, emoções, crenças, categorias, acontecimentos ou temas que interessam na formulação da pesquisa”.

O tema da discussão no grupo focal foram as emoções em relação à Matemática, baseadas em memórias referentes ao período da educação escolar das participantes. Durante as atividades no grupo focal 8 das estudantes utilizaram o dispositivo Elvee Pulse para detecção dos seus sinais enquanto apresentaram seus relatos e ouviram os das colegas. O Elvee Pulse faz parte de um sistema capaz de estimar a presença de emoções, individuais ou coletivas, a partir de reações fisiológicas do organismo (suas características são detalhadas na próxima seção). O áudio das discussões do grupo focal foi gravado, posteriormente transcrito e analisado em conjunto com os dados que foram coletados pelo Elvee Pulse, observando-se que gráficos criados com uma planilha eletrônica apoiaram a interpretação dos resultados.

Para detalhamento dos procedimentos e ações da pesquisa, as seções seguintes apresentam primeiro o descritivo do dispositivo Elvee Pulse e, posteriormente, a atividade do tipo grupo focal na qual ele foi utilizado.

## O dispositivo Elvee Pulse

O sistema utilizado para coleta de dados referentes aos indícios das emoções de fundo (Damásio, 2000c) das participantes do grupo focal foi projetado e desenvolvido como produto de uma pesquisa de Doutorado em Engenharia Elétrica, denominado Elvee Project (*Engineering-grounded Laboratory using Viable resources for investigations of Emotions impact on Education*) – Laboratório fundamentado pela Engenharia por meio de recursos viáveis para investigações do impacto das Emoções na Educação. Esse sistema seguiu a filosofia de código aberto (*open-source*) com o uso de componentes comerciais no seu desenvolvimento<sup>4</sup>.

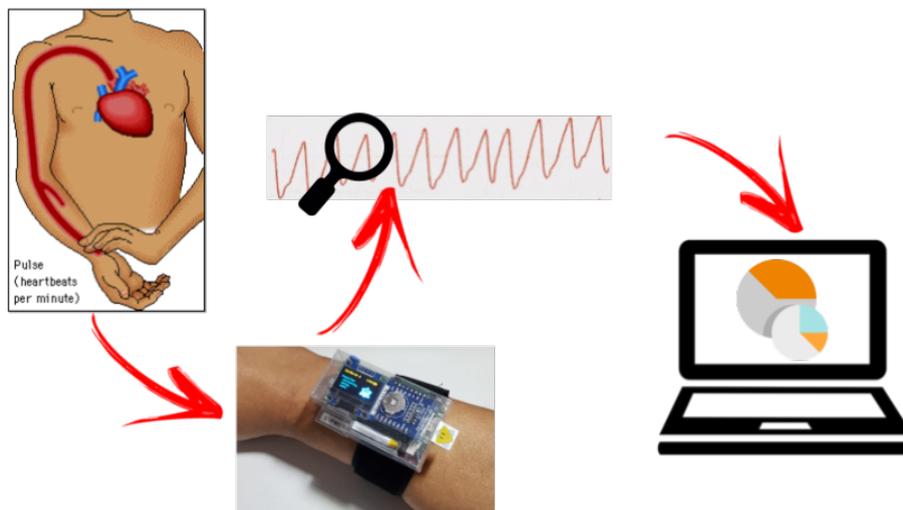
O Elvee é um sistema desenvolvido para monitorar estudantes em situações de aprendizagem ou avaliação, ilustrado na Figura 1. É composto por um *hardware* para detecção e registro de informações fisiológicas – o Elvee Pulse – e por instrumentos de coleta de dados, como testes e questionários, e aplicativos para análise, processamento e apresentação dos resultados.

O Elvee Pulse, componente de *hardware* do Elvee Project, é um dispositivo vestível no formato de um relógio (Figura 1) com um oxímetro de pulso, sensor que mede o nível de oxigenação no sangue e os batimentos cardíacos da pessoa que o utiliza. É composto

<sup>4</sup> Informações técnicas adicionais sobre o Elvee podem ser encontradas no website do projeto: <https://sites.google.com/elveeproject>

por módulos e componentes eletrônicos, com sensores não invasivos, conectados à Internet das Coisas (IoT) por *wi-fi*, como os estudos relatados em Thaker (2016), Hadi *et al.* (2019) e Yeotkar (2019).

Figura 1 – Ilustração do esquema de funcionamento do Elvee Pulse



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A Figura 1 ilustra como o sistema funciona: o músculo cardíaco bombeia sangue para o corpo, o que faz com que o volume sanguíneo nas veias e artérias varie no mesmo ritmo dos batimentos do coração. Essa variação pode ser detectada ao se incidir um feixe de luz na superfície da pele e medir-se a luz refletida por meio de um sensor óptico. O sensor converte a variação de luz em variação de sinal elétrico, o qual é digitalizado pelo Elvee Pulse e calculado em batimentos por minuto. A informação de saída do dispositivo é enviada para um computador, que utiliza métodos de processamento digital para gerar relatórios com informações para análise.

A interação do/a usuário/a com o Elvee Pulse se dá por meio de um *display* gráfico e de um motor háptico<sup>5</sup> embutido. Incluindo *software* de controle, armazenamento e pré-processamento dos dados monitorados, o dispositivo é capaz de coletar os dados de forma involuntária (os sinais contínuos medidos no/a usuário/a ao longo de um evento) ou voluntária (o/a usuário/a aperta um botão para reportar um evento específico) que são registrados localmente e transmitidos para a nuvem.

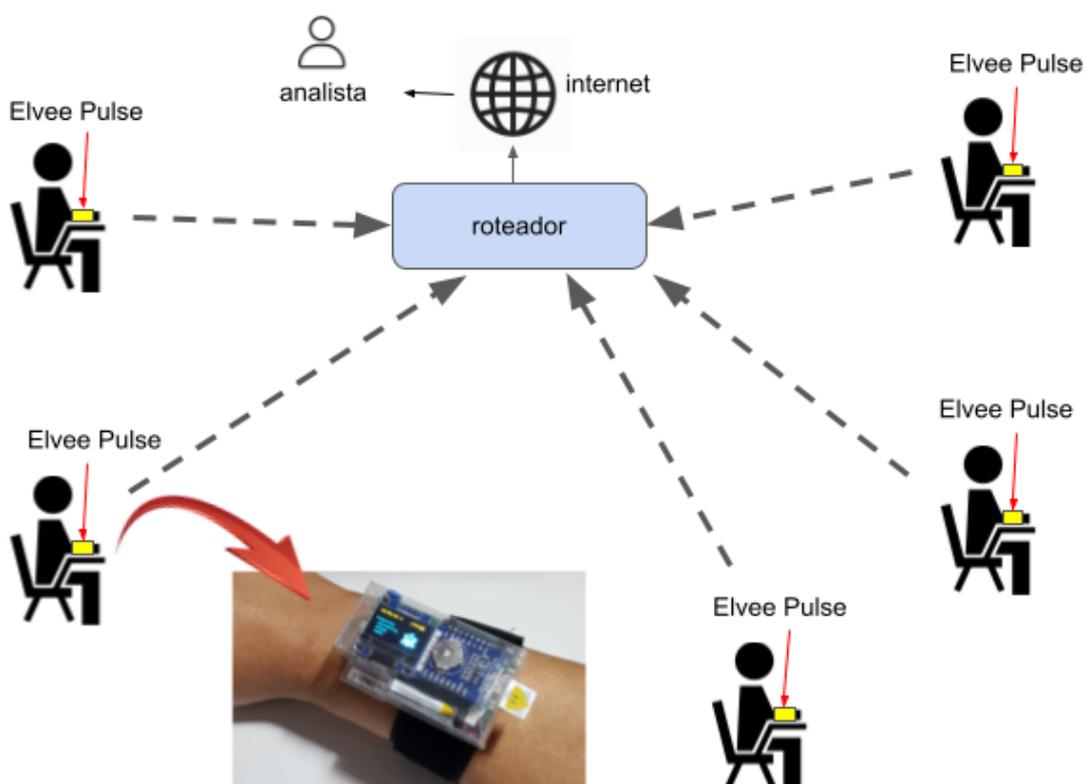
Os dispositivos utilizados na pesquisa aqui relatada foram montados a partir de kits disponíveis comercialmente, com exceção da placa principal que interliga os kits, da pulseira com tampa em acetato e da base impressa em 3D, que foram produzidas pelo doutorando em Engenharia especificamente para seu projeto de pesquisa.

O sistema do Elvee Pulse foi desenvolvido com *software open-source* na linguagem C/C++, utilizando-se o ambiente de programação Arduino IDE. O código foi estabelecido com base em bibliotecas disponíveis publicamente, por exemplo, as que apresentam

<sup>5</sup> Motor de vibração responsável por uma resposta tátil, ou sensação ao toque, pelo usuário.

algoritmos para detecção do batimento cardíaco<sup>6</sup>. Basicamente, cada dispositivo coleta continuamente o batimento cardíaco do usuário, pelo método de fotopletismografia<sup>7</sup>. Os dados coletados são registrados localmente, em cartão de memória. Para sincronizar os dispositivos durante a realização de um mesmo evento, como o realizado na pesquisa, foi concebido um algoritmo em que cada dispositivo, ao ser ligado, conecta-se a um protocolo para sincronização de tempo, ou *Network Time Protocol* (NTP), via rede *wi-fi* conectada à Internet. Dessa forma, o relógio interno de cada dispositivo ajusta-se automaticamente à hora mundial, considerando o fuso horário local. Os relógios internos nesse tipo de arquitetura de *hardware* possuem precisão suficiente para manter o sincronismo com confiabilidade durante o período estimado para os experimentos. A Figura 2 ilustra esse processo.

Figura 2 – Configuração do sistema Elvee para monitoramento da frequência cardíaca



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Como ilustrado na Figura 2, dentro da sala de aula cada estudante veste um dispositivo Elvee Pulse durante a atividade. Os dispositivos usados por essas estudantes estão conectados à nuvem (IoT – Internet das Coisas) por um roteador *wi-fi*, que usa algoritmos para sincronizar seus relógios internos com um mesmo relógio mundial da Internet. Os dados de batimento cardíaco são então lidos continuamente e transmitidos de volta para a nuvem para o processamento digital e geração de relatórios para análise.

<sup>6</sup> Há as opções escritas pelo fabricante Maxim para uso com os seus sensores [https://github.com/sparkfun/SparkFun\\_MAX3010x\\_Sensor\\_Library](https://github.com/sparkfun/SparkFun_MAX3010x_Sensor_Library)

<sup>7</sup> Fotopletismografia – do inglês photoplethysmograph, conhecida pela sigla PPG – é uma técnica óptica não invasiva com a qual é possível detectar variações do volume sanguíneo que passa por determinada parte do corpo, como o dedo e o lóbulo da orelha.

Há diversos dispositivos vestíveis<sup>8</sup> disponíveis comercialmente para o monitoramento de sinais fisiológicos, com diferentes especificações e custos, alguns dos quais são customizáveis e outros são *open source*. Em geral, os modelos customizáveis são desenvolvidos por grandes marcas, tais como Apple™ (Watch Series 3), Empatica™ (E4 wristband) e FitBit (Charge 5), que os vendem como parte de soluções incluindo meios de transmissão, processamento e monitoramento, além de serem autorizadas para uso clínico; porém o cliente não tem acesso aos códigos-fonte. Além deles, existem as denominadas plataformas de desenvolvimento, criadas por empresas de menor porte, por emergentes (*startups*), ou por desenvolvedores independentes, que são *open-source*, tais como mikroElektronika (Hexiwear), DStike (Deauther Watch v3), TTGO (T-Watch), Open-Smart Watch (Open-SmartWatch) e Pine64 (PineTime).

Recursos como *display* gráfico, relógio em tempo real, cartão de memória, carregador embutido e *feedback* háptico são diferenciais destacados pelos fabricantes desses dispositivos comerciais, porém a maioria apresenta elevado custo de comercialização. Nesse sentido, o Elvee Pulse apresentou-se como vantajoso tanto no que se refere ao seu custo individual quanto ao seu custo total, uma vez que a pesquisa demandou o desenvolvimento de oito unidades.

Como o Elvee Pulse consegue registrar dados referentes a uma emoção da pessoa que o utiliza? O biossensor que compõe o Elvee Pulse é capaz de detectar sinais referentes à frequência cardíaca para posterior processamento e análise digital que pode evidenciar o estado de saúde física ou mental de uma pessoa associado às emoções de fundo (Damásio, 2000c), como o mal-estar e o bem-estar. O organismo humano reage fisiologicamente diante de diferentes sensações – emoções e sentimentos – causando-lhe alterações que podem ser voluntárias ou involuntárias (Damásio, 2000a, 2000b, 2000c). O Sistema Nervoso Autônomo controla a atividade cardíaca do corpo humano por meio dos sistemas simpático e parassimpático, regulando o tempo entre batidas consecutivas do coração. A análise de parâmetros associados à frequência cardíaca permite examinar fenômenos fisiológicos geralmente associados à saúde física (Pichot *et al.*, 2016) e mental (Dimitriev; Saperova; Dimitriev, 2016). Nesse sentido, a frequência cardíaca tem sido utilizada como uma ferramenta não invasiva para avaliação das funções autonômicas cardíacas e disfunções em diversas condições e populações, podendo ser considerada um indicador de parâmetro biomédico.

### A atividade pedagógica – grupo focal

O grupo focal teve duração de uma hora e quinze minutos. Aconteceu na mesma sala de aula em que as participantes semanalmente têm aulas de Matemática, com as carteiras dispostas de maneira tal que todas as 12 participantes se vissem enquanto falavam, assim como vissem a professora (e pesquisadora), que atuou como mediadora das discussões, e o doutorando, que monitorava em tempo real o uso do Elvee Pulse.

<sup>8</sup> Quanto aos sensores que compõem um dispositivo vestível, podem variar dependendo da aplicação. Como eles são associados geralmente ao monitoramento da saúde, os mais usados são: oxímetro de pulso (volume do fluxo sanguíneo), termômetro (temperatura da pele), acelerômetro e giroscópio (posição e movimento do corpo).

No início da atividade a professora explicou o objetivo e o método do grupo focal às estudantes e perguntou quem gostaria de participar usando voluntariamente o Elvee Pulse. Oito estudantes se voluntariaram, receberam o dispositivo, colocaram-no no pulso e assinaram o documento Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para participação da pesquisa, nos termos do projeto aprovado pelo Comitê de Ética da universidade.

Sampieri, Collado e Lucio (2013, p. 439) explicam que

em alguns grupos focais, é possível utilizar material de estímulo (*stimulus material*), como desenhos, fotografias, recortes de jornal, entre outros: para quebrar “o gelo”, introduzir um tema, incentivar uma discussão ou fornecer pontos de comparação e para que os participantes exponham seu ponto de vista e suas experiências de forma detalhada sobre um tema, fenômeno ou situação específica (p. 439).

Foi com essa perspectiva que a professora dispôs sobre as mesas um conjunto de 24 imagens impressas, todas diferentes, identificadas por números e por uma legenda que caracterizava a situação apresentada: professor diante de uma turma de estudantes (imagens 1 e 22); estudante levantando a mão e fazendo uma pergunta ao professor (imagens 2, 3, 4 e 5); professor no quadro branco apresentando a resolução de um exercício de Matemática (imagens 6, 7, 8 e 9); pais em conflito com professor (imagens 23 e 24); disposição de uma sala de aula tradicional (imagens 10 e 11); estudantes indisciplinados em sala de aula (imagens 12, 13, 14 e 15); uso da tecnologia e inovação no ensino de Matemática (imagens 16, 17, 18, 19, 20 e 21).

Na sequência, a professora solicitou que todas as estudantes, mesmo as que estavam sem os dispositivos no pulso, fossem até as mesas e escolhessem uma das imagens – por representar uma memória em relação à Matemática do tempo em que eram alunas da Educação Básica – sobre a qual gostariam de relatar suas emoções. Todas as estudantes fizeram esse movimento, escolheram suas imagens, como exemplifica a Figura 3, e depois retornaram às suas carteiras para iniciarem a participação na discussão no grupo focal.

Figura 3 – Estudantes na atividade do grupo focal



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

A Figura 4 apresenta exemplos das imagens utilizadas no grupo focal: as de números 5 e 20, as quais foram retiradas de um banco de imagens de acesso livre e gratuito. Essas foram duas das que foram escolhidas pelas estudantes cujas narrativas são apresentadas neste artigo na seção de discussão e resultados.

Figura 4 – Exemplos de imagens utilizadas no grupo focal



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Com cada estudante de posse da imagem que escolheu, a professora iniciou a discussão no grupo focal, dizendo que aquele era um momento de contar histórias, de narrar suas memórias em relação à Matemática escolar e compartilhá-las com o grupo para, depois, discutirem como essas narrativas poderiam contribuir para a sua formação como professores que irão ensinar Matemática na escola e para resolver prováveis questões relacionadas ao mal-estar docente, como as relatadas em Esteve (1991, 1992) e Stobäus, Mosquera e Santos (2007).

Na conversa do grupo focal cada estudante teve seu momento, em ordem escolhida por elas, de falar sobre a imagem e sobre que memória despertava. No que se refere ao Elvee Pulse, nas estudantes que o utilizaram houve a coleta de sinais dos batimentos cardíacos por meio do biossensor para registro das suas reações, de forma individual, ao relatarem as próprias experiências e ouvirem as experiências relatadas pelos colegas.

Houve duas etapas de coleta de dados pelo Elvee Pulse: (1) levantamento do basal em repouso<sup>9</sup> e (2) monitoramento da frequência cardíaca durante a atividade no grupo focal. Na primeira etapa o doutorando solicitou que as participantes permanecessem sentadas, para medição em repouso, durante cinco minutos. Na segunda etapa os batimentos cardíacos das participantes foram registrados simultânea e continuamente pelos biossensores (sinais involuntários) durante o grupo focal e, posteriormente, os dados assim coletados foram transferidos para um computador para serem processados e analisados<sup>10</sup> quantitativamente.

<sup>9</sup> Refere-se ao nível de atividade de uma função orgânica em situação de repouso. No caso da pesquisa aqui apresentada, o termo basal em repouso refere-se ao batimento cardíaco medido durante um período em que as estudantes estiveram em repouso, ou seja, antes do início das atividades no grupo focal.

<sup>10</sup> Na análise não foram consideradas doenças físicas ou neurológicas preexistentes nas voluntárias, bem como o consumo de álcool, drogas, cafeína ou cigarros antes das sessões de experimento, uma vez que não foi objetivo identificar a interferência dessas condições nos resultados das análises.

A transcrição dos áudios dos relatos das estudantes resultou na constituição de narrativas que compuseram o corpus textual que foi objeto de análise qualitativa na pesquisa. Para o trabalho com narrativas é importante levar em conta os seguintes apontamentos de Fiorentini e Miorim (2001) no estudo que fizeram com a participação de professores de Matemática, ao refletirem sobre as ideias de Connelly e Clandinin (1995):

Convém, entretanto, observar que a narrativa não pressupõe, necessariamente, uma correspondência direta ou fiel com os acontecimentos da prática. Os professores recriam suas próprias histórias, produzindo reflexivamente novos significados sempre que as revivem e as recontam aos outros. Assim, “... a pessoa está vivendo suas histórias em um contínuo contexto experiencial e, ao mesmo tempo que conta suas histórias com palavras, reflete sobre suas vivências e dá explicações aos outros (...) Uma mesma pessoa está ocupada, ao mesmo tempo, em viver, em explicar, em re-explicar e em reviver histórias (Connelly; Clandinin, 1995, p. 22)” (Fiorentini; Miorim, 2001, p. 22).

No sentido apresentado por Fiorentini e Miorim (2001), entre as possibilidades de análise narrativa, a opção adotada na pesquisa foi a Análise Narrativa das narrativas, inspirada em Garnica (2007):

A Análise Narrativa das narrativas coletadas pelo pesquisador participa dos estudos cuja ênfase está na consideração de casos particulares, e o produto dessa análise manifesta-se como a narração de uma trama ou argumento que torna os dados significativos, que os re-significa não pela busca de elementos comuns, mas, ao contrário, pelo realce a elementos singulares que configuram a história. É, em suma, uma narrativa particular que não aspira à generalização (p. 39).

Nesse sentido e considerando que “narrar é contar uma história, narrar-se é contar nossa história ou uma história da qual também somos, fomos ou nos sentimos personagens” (Cury, 2010, p. 66), o trabalho com narrativas dá ao pesquisador a oportunidade de realizar uma análise que resulta em uma narrativa própria. Tal narrativa é apresentada a interlocutores na intenção de mostrar que significados foram produzidos a respeito de um ou mais temas ali tratados, considerando que são casos particulares, sem a intenção de buscar elementos comuns, ou seja, sem buscar qualquer generalização. É importante destacar que a Análise Narrativa das narrativas não faz julgamento de valor das pessoas a partir do que elas relatam e, sim, apresenta um conjunto de compreensões que é elaborado pelo pesquisador a partir daquilo que viu/ouviu no momento em que as histórias foram narradas.

Na próxima seção são relatados e discutidos alguns dos resultados que o grupo de pesquisadores considerou relevantes para a discussão proposta neste artigo.

## DISCUSSÕES E RESULTADOS

Segundo Fiorentini e Miorim (2001, p. 22), as narrativas “representam um modo de produzir significados às experiências passadas e presentes, tendo em vista a possibilidade futura de novas experiências”. Narrativas de professores – em formação ou já profissionalmente graduados – guardam uma particularidade, se considerado o entendimento de Tanes e Werner (2022, p. 38) de que “o professor, no decorrer de

sua prática, estabelece diferentes relações com os saberes construídos durante a sua história de vida, sua formação e o exercício da docência”. Dessa forma, a constituição e o estudo de narrativas de professores e professoras podem dar diferentes dimensões sobre o processo de constituição, identidade e profissionalidade docentes (Galvão, 2005). Quando a discussão sobre esses temas acontece da forma como realizado nesta pesquisa, ou seja, em um grupo focal formado por licenciandas em Pedagogia, atendem àquilo que Martinez e De Moura (2020) consideram como um diferencial na formação inicial docente:

A estruturação de ambientes formativos que mobilizem as inter e as intra-relações com os significados sobre a prática pedagógica, pode propiciar um diferencial na formação inicial docente quando *oportuniza a produção de significados, principalmente de sentidos pessoais sobre a prática docente* (Martinez; Moura, 2020, grifos nossos).

Em sua pesquisa sobre a formação inicial em Matemática, Nacarato (2013) fez um alerta que também cabe nas questões que se referem à formação em Pedagogia: a importância de que pesquisas sobre a formação de professores se traduzam em mudanças nas práticas docentes:

Se, por um lado, não há dúvidas de que uma das linhas de pesquisa educacional com maior produção científica é a formação de professores, por outro lado não há como desconsiderar que a distância entre os resultados das pesquisas acadêmicas e implicações para as práticas dos professores parece se estender cada vez mais (Nacarato, 2013, p. 132).

Para contribuir com as discussões da formação para a docência e com as potencialidades das narrativas para discussão sobre o mal-estar docente, entre as possibilidades de análise para apresentação no espaço que cabe neste artigo, escolhemos apresentar uma discussão sobre as reações de duas das participantes do grupo focal (Estudante 1 e Estudante 2) aos relatos feitos por três de suas colegas (Estudante 3, Estudante 4 e Estudante 5). A justificativa para essa escolha foi evidenciar como os fatos por elas narrados, os quais causaram debates acalorados no grupo focal, impactaram nas emoções de fundo (bem-estar ou mal-estar) em participantes do grupo, detectáveis com o uso do Elvee Pulse.

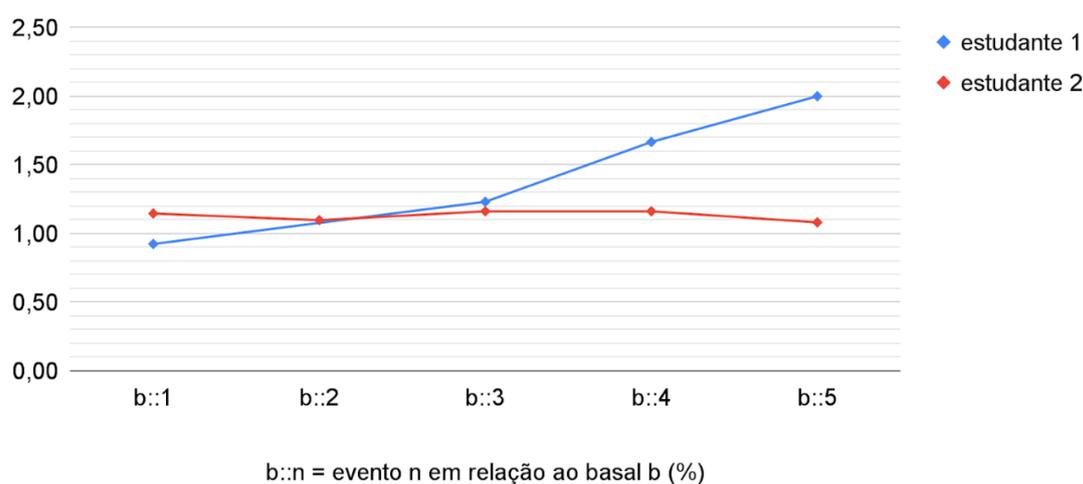
Galvão (2005, p. 329) explica que a expressão “investigação narrativa” inclui diferentes perspectivas, desde “análise de biografias e de autobiografias, histórias de vida, narrativas pessoais, entrevistas narrativas, etnobiografias, etnografias e memórias populares, até acontecimentos singulares, integrados num determinado contexto”, como o grupo focal criado na pesquisa aqui relatada. Independentemente da perspectiva adotada, a autora destaca que

o método da narrativa constitui uma forma simultaneamente rica, exaustiva e de difícil investigação. Rica em termos de experiência humana, pelas interações que se estabelecem entre todas as pessoas envolvidas, exaustiva pelo necessário aprofundamento e diversidade de estratégias para coleta de informação e difícil pela conjugação necessariamente coerente de todos os elementos passíveis de análise (Galvão, 2005, p. 341).

Assim, para Análise Narrativa das narrativas (Garnica, 2007) foram extraídos do conjunto de dados aqueles referentes a três eventos da atividade do grupo focal (Evento 3, Evento 4 e Evento 5), ou seja, narrativas dos momentos em que a Estudante 3, a Estudante 4 e a Estudante 5 fizeram seus relatos, disparados pelas imagens que escolheram para representar as suas memórias em relação à Matemática.

O gráfico da Figura 5 mostra uma representação dos registros dos dados que foram coletados pelas unidades de Elvee Pulse que foram utilizadas pela Estudante 1 (21 anos) e pela Estudante 2 (20 anos); ou seja, evidenciam os comportamentos de seus batimentos cardíacos durante o grupo focal.

Figura 5 – Gráfico de registro de batimento cardíaco médio, por evento



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Na Figura 5 os Eventos 1 e 2 (registrados no gráfico como os pontos  $b :: 1$  e  $b :: 2$ ) referem-se a falas da professora da disciplina ao explicar a dinâmica da atividade no grupo focal para as estudantes. O ponto  $b :: 3$  do gráfico refere-se ao Evento 3, momento da fala da Estudante 3; o ponto  $b :: 4$  refere-se ao Evento 4, momento da fala da Estudante 4; o ponto  $b :: 5$  refere-se ao Evento 5, momento da fala da Estudante 5.

A narrativa sobre o Evento 3 é apresentada a seguir, conforme relato da Estudante 3 (não usava o Elvee Pulse no momento de sua fala).

*A minha foto tem a legenda do estudante levantando a mão e fazendo uma pergunta ao professor. Tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, eu tive professores de Matemática muito bons. Porém, eu sempre tive dificuldade em Matemática. Então, tudo aquilo que explicavam, eu sempre tinha várias dúvidas, sempre levantava a mão. Eu sempre ia na carteira do professor e ele me explicava, e às vezes eu não entendia de novo e ele me explicava com bastante atenção. E isso é uma coisa que me chamou muito a atenção. Ter paciência, sabe? O professor ter a paciência de ensinar, de explicar várias coisas, sempre quando precisar. Então, é uma coisa que eu quero levar bastante para a minha profissão. Eu acho isso necessário. Muitas vezes, uma criança não entende e a gente explica uma vez só e ela ainda não entendeu. Então, eu acho super necessário que o professor sempre explique para a criança, adolescente, adulto, para que ele entenda. Por mais que eu não conseguisse entender, os professores sempre estavam ali me ajudando e me apoiando. É isso (Relato da Estudante 3, 21 anos, no Evento 3).*

A Estudante 3 escolheu narrar suas memórias a partir da imagem 5 (mostrada na Figura 4), com a ilustração de um aluno que levanta a mão para falar com o professor, em sala de aula. Considera que seus professores de Matemática foram “muito bons” no período que cursou a Educação Básica, mas que, ainda assim, tinha dificuldade na disciplina. Pelo seu relato, não relaciona sua dificuldade aos métodos de ensino utilizados por seus professores; ao contrário, narra sobre como eles demonstravam atenção e paciência ao explicarem tantas e quantas vezes fosse necessário algo que ela dizia não entender. É possível perceber, a partir da narrativa, que a memória da Estudante 3 referente a esse período a caracteriza como uma aluna que tinha como hábito sempre perguntar sobre algo que não entendia aos seus professores de Matemática e que, como resposta, encontrava neles empatia e compromisso no esclarecimento das dúvidas. Percebe-se também que as memórias sobre essa situação – “por mais que eu não conseguisse entender, os professores sempre estavam ali me ajudando e me apoiando” – provocaram reflexões na estudante sobre um possível modo de agir que deseja adotar na sua futura profissão como pedagoga: “o professor ter a paciência de ensinar, de explicar várias coisas, sempre quando precisar”.

Lendo a narrativa da Estudante 3, pode-se considerá-la referente a uma memória positiva em relação à Matemática. Ainda que ela tenha falado sobre sua dificuldade com a Matemática em si, o que Chacón (2003, p. 25) classificaria no espectro das “crenças sobre si mesmo como aprendiz de matemática”, apresenta o relato em torno das condutas positivas de seus professores de Educação Básica para apoiá-la no processo, o que Chacón (2003) considera essencial para ajudar os estudantes no enfrentamento dos problemas relacionados às emoções negativas em relação à Matemática. Além disso, a narrativa mostra, numa aproximação dos resultados relatados por Fiorentini e Miorim (2001), que essas memórias ajudam na elaboração de uma perspectiva sobre como a Estudante 3 pretende se constituir como professora que irá atuar na Educação Infantil ou nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Analisando no gráfico da Figura 5 os crescimentos das curvas até o ponto  $b :: 3$  que registraram o relato da Estudante 3 (Evento 3), vê-se que a Estudante 1 iniciou um estado de alteração de seus batimentos cardíacos e que a Estudante 2 manteve uma estabilidade em seu estado, se comparado aos dois eventos anteriores. É possível verificar também que foi a partir do ponto  $b :: 3$ , ou seja, depois do Evento 3, que a Estudante 1 teve alteração mais significativa em seus batimentos cardíacos. Isso pode significar que o relato apresentado no Evento 3 não teve o mesmo impacto do que os Eventos 4 e 5, como será visto na sequência desta análise, iniciando pela apresentação do relato da Estudante 4, a qual estava usando o Elvee Pulse.

*Eu peguei a foto 20, que representa o uso da tecnologia e inovação no ensino da Matemática. Na escola onde estudei no Ensino Fundamental não tinha tecnologia, não tinha sala de informática. A gente tinha só uma TV com VHS. Então, não tinha recursos tecnológicos na escola. Eu acho que a primeira vez que eu fui ter contato com a aula de Informática foi no Ensino Médio. Eu acabei não cursando o Ensino Médio até o final, acabei desistindo... depois eu terminei no supletivo. E eu sentia bastante dificuldade em Matemática. Eu me lembro que, para mim, sempre foi muito difícil aprender. E só tive uma professora de Matemática com quem eu aprendi, que foi a Cátia. Nunca vou esquecer o nome dela. E foi na quinta série,*

*no sexto ano. E ela foi a única pessoa... professora... da minha vida, com quem eu consegui entender o conteúdo, e depois dela, para mim, desandou a Matemática. E a inovação que ela trouxe foi um projeto que tinha na época, que era “tribos na escola”, que a gente participava. Era uma tribo dentro da escola, que era um coletivo, que ajudava outras séries, e o projeto dela era Matemática. Então, a gente ajudava outras séries iniciais no ensino. Isso me aproximou mais ainda da Matemática, de gostar até dessa questão de tentar mostrar o pouco que eu sabia para as outras crianças mais novas. E era bem legal: a gente usava uma sala que era só o laboratório de ciências, mas também não tinha nada na sala, mesas... E a gente ficava lá fazendo, então... foi uma inovação, né? Mesmo não tecnológica, mas a gente pôde se aproximar, de alguma forma, da Matemática, sobre como explicar (Relato da Estudante 4, 30 anos, no Evento 4).*

A Estudante 4 usava o Elvee Pulse no grupo focal. Escolheu a imagem 20 (mostrada na Figura 4), que lhe despertou a vontade de relatar uma memória referente ao uso de tecnologia e inovação no ensino de Matemática. Relatou que não havia sala de informática na sua escola de Ensino Fundamental e menciona a TV com VHS como único recurso tecnológico que era utilizado. Relata, ainda, que seu primeiro contato com aula de Informática foi no Ensino Médio, o qual ela iniciou no modo regular e terminou no modo supletivo. Na sua narrativa, a Estudante 4 conta que “sentia bastante dificuldade em Matemática” e que “sempre foi muito difícil aprender”. Refere-se de forma positiva a uma única professora, no sexto ano, com quem conseguiu “entender o conteúdo” e que, depois dela, “desandou a Matemática”. O relato mostra uma associação não positiva do ensino da Matemática com a atuação docente, pois a Estudante 4 fala, no grupo focal, sobre emoções que credita a somente uma professora do seu período escolar os episódios em que conseguiu aprender conteúdos de Matemática. E essa associação positiva se faz em torno da sua memória sobre um projeto específico realizado pela professora que reunia crianças mais velhas para ajudarem crianças mais novas para estudarem juntas: “Isso me aproximou mais ainda da Matemática, de gostar até dessa questão de tentar mostrar o pouco que eu sabia para as outras crianças mais novas”.

É interessante observar a relação que a Estudante 4 faz entre o citado projeto de Matemática com a inovação: “a inovação que ela trouxe foi um projeto que tinha na época [...] foi uma inovação, né? Mesmo não tecnológica, mas a gente pôde se aproximar, de alguma forma, da Matemática, sobre como explicar”. Vê-se aqui uma compreensão, por parte da Estudante 4, de que o termo inovação não se refere exclusivamente ao digital, como computadores, etc.

A última narrativa que é apresentada neste artigo para compor a discussão foi constituída a partir do autorrelato de memórias da Estudante 5, que usava o Elvee Pulse naquele momento e escolheu a foto 2, identificada como “estudante levantando a mão e fazendo uma pergunta ao professor”.

*Minha foto é a 2. Eu escolhi essa imagem e, pensando na memória, em uma aula de Matemática... não me lembro se era uma aula mesmo ou se era recuperação. E eu estava ainda com dúvida na prova. Levantei e fui até a mesa do professor, e ele não teve paciência para me explicar. Ele disse “volta para a mesa, olha para a conta e pensa”. E aí eu entrei em desespero. Que nem eu estou agora, assim, né, só de lembrar (Relato da Estudante 5, 20 anos, no Evento 5).*

A Estudante 5 narra uma situação em momento de avaliação em Matemática por meio de uma prova escrita. A memória que compartilha com o grupo é sobre ter tido dúvidas durante aquele momento, ter perguntado para o professor e ele, segundo ela, não teve paciência para explicar e a mandou voltar para a mesa, olhar para a conta e pensar. Nesse ponto, a Estudante 5 revela ter entrado “em desespero”. Parece lhe ser uma memória tão forte e ainda presente, pois ela fala que se tratou de um desespero “que nem eu estou agora, assim, né, só de lembrar”.

A narrativa da Estudante 5 refere-se a uma memória sobre emoções de fundo (Damásio, 2000c) negativas em relação à Matemática. Elas podem ser associadas ao modo como ela foi tratada pelo professor no momento de avaliação por meio de uma prova escrita, situação recorrentemente tensa para grande parte dos estudantes, no sentido apresentado por Chacón (2003, p. 23 ) quando discute que a atuação do professor pode ser considerada como parte do conjunto de “estímulos contínuos” recebidos pelo aluno “que geram nele certa tensão”. Nessas situações, esse aluno “depara-se com situações similares repetidamente, produzindo o mesmo tipo de reações afetivas; então, a ativação da reação emocional (satisfação, frustração, etc.) pode ser automatizada e se ‘solidificar’ em atitudes” que “influem nas crenças e colaboram para sua formação” (Chacón, 2003, p. 23 ). Interessante observar, nesse ponto, como a falta de paciência, relatada pela Estudante 5, é associada a uma ação relativamente comum dos professores, que é não responderem perguntas dos alunos quando eles estão em situação de prova.

Pensando sobre as memórias relatadas pela Estudante 5 e colocando-as no contexto das definições que Damásio (2000a) faz sobre emoções e sentimentos, podemos refletir sobre como sentimentos negativos que as pessoas possuem, percebem ou recordam sobre a Matemática do tempo escolar podem se tornar um qualificador da Matemática *per se* a ponto de interferir nas escolhas que essas pessoas possam fazer sobre os estudos que desejam realizar e a formação profissional que desejam ter.

No caso da profissão de professor, pesquisando sobre o tema, nós consideramos bastante pesaroso o fato de que evitar trabalhar com a Matemática é uma das justificativas de discentes de Licenciatura para evitarem indesejáveis consequências do mal-estar docente como as reveladas em Esteve (1991, 1992) e para evadirem de seus cursos de formação inicial. Atividades de discussão em grupo seguidas da constituição de narrativas, como as realizadas nesta pesquisa, podem ser uma oportunidade para que licenciandos em formação compartilhem experiências e relatos de emoções, contribuindo para o autoconhecimento e ajudando os colegas a se conhecerem no processo de se tornarem professores, bem como para que o professor formador possa conhecer melhor seus estudantes e apoiá-los no caminho em busca do enfrentamento do mal-estar docente. A detecção de parâmetros fisiológicos dos participantes dessas discussões por biossensores, a exemplo do Elvee Pulse, pode ampliar as condições para uma análise complementar das situações envolvidas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As emoções dos estudantes podem interferir nos seus processos de aprendizagem de Matemática (Chacón, 2003). Experiências negativas de aprendizagem de Matemática durante a Educação Básica podem influenciar o Ensino Superior, interferindo diretamente

no desempenho e motivação para os estudos. Nesse sentido, podem ter influência nas escolhas pela formação inicial de professores como forma de evitar condições que levam ao mal-estar docente. Como problema de pesquisa, o tema mal-estar docente leva a importantes discussões para a área da Educação, tais como sobre o lugar e as condições da profissão docente na sociedade (Boing; Lüdke, 2004, 2007) e a formação de professores (Nacarato, 2013; Saviani, 2009; Gatti, 2014).

Tornar o estudante de Licenciatura consciente de suas emoções de fundo relacionadas à Matemática pode contribuir para a solução do problema. Além disso, se os professores formadores puderem identificar tais situações com apoio de dispositivos de Engenharia Biomédica, poderão ter oportunidade de atuar ativamente para motivá-los de forma positiva com relação a aspectos de sua futura profissão como professores que ensinarão Matemática na Educação Infantil, nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental e na Educação de Jovens e Adultos.

Conclusões obtidas na pesquisa de Doutorado de Engenharia Elétrica, até o momento, indicam que o Elvee Pulse é capaz de prover informações suficientemente íntegras para o apoio psicopedagógico em pesquisas sobre o comportamento de estudantes em situações de aprendizagem e avaliação. Revela-se como potencial para articulação de parcerias de pesquisas e de práticas entre os campos da Educação, da Engenharia Elétrica e da Engenharia Biomédica.

A crescente disseminação de plataformas de desenvolvimento e de uso de biossensores para os mais variados fins em aplicações apoiadas pela Engenharia Biomédica permite maior acesso a diferentes tipos de dispositivos e sensores. O dispositivo Elvee Pulse utilizado na pesquisa, tanto *hardware* quanto *software*, é um exemplo de equipamento para monitoramento com fim específico possibilitado por essa disseminação tecnológica. Por ter caráter aberto de desenvolvimento (*open source*), é replicável e totalmente modular, o que permite que seja modificado ou aprimorado em relação ao projeto inicialmente proposto conforme a necessidade das pesquisas em que seja utilizado. É possível, por exemplo, substituir o biossensor por um mais preciso ou, ainda, acrescentar novos sensores, como termômetro, giroscópio, acelerômetro, condutividade da pele, para coletar outros tipos de sinais além dos batimentos cardíacos.

A pesquisa com as estudantes de Pedagogia sobre as emoções em relação à Matemática mostrou a importância de discutir a formação inicial para a atuação nos anos iniciais do Ensino Fundamental, uma vez que o trabalho docente das pedagogas e dos pedagogos nesta etapa escolar envolvem o ensino de conteúdos de Matemática. Se esses profissionais passam pelo mal-estar docente nesse processo, são necessárias ações deles próprios, de pesquisadores, de colegas e de gestores para contornar esse problema em busca do bem-estar docente.

Assim, aliar o desenho de pesquisa narrativa com a utilização de dispositivos de bioengenharia, fez-se importante para apresentar resultados de um estudo sobre emoções de professores em formação em seu processo de constituição profissional.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc) pelo apoio aos planos de trabalho dos termos de outorga 2019TR000652 e 2023TR000288 que apoiaram o desenvolvimento da pesquisa relatada neste artigo.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P. A.; NUNES, M. M. R.; TARTUCE, G. L. B. P. *Atratividade da carreira docente no Brasil*. São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 2009.
- BOING, Luiz Alberto; LÜDKE, Menga. Caminhos da profissão e da profissionalidade docentes. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 25, n. 89, p. 1.159-1.180, 2004.
- BOING, Luiz Alberto; LÜDKE, Menga. O trabalho docente nas páginas de Educação & Sociedade em seus (quase) 100 números. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 28, n. 100, Especial, p. 1.179-1.201, 2007.
- CHACÓN, Inés Maria Gómez. *Matemática Emocional: os afetos na aprendizagem matemática*. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- CURY, Fernando Guedes. Análise narrativa em trabalhos de história da Educação Matemática: algumas considerações. *Bolema*, Rio Claro, v. 23, n. 35A, p. 59-73, 2010.
- DAMÁSIO, António. *O erro de Descartes: emoção, razão e cérebro humano*. 20. ed. Portugal: Fórum da Ciência, 2000a.
- DAMÁSIO, António. *O sentimento de si*. 6. ed. Portugal: Fórum da Ciência, 2000b.
- DAMÁSIO, António. *O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000c.
- DIMITRIEV, D. A.; SAPEROVA, E. V.; DIMITRIEV, A. D. State Anxiety and Nonlinear Dynamics of Heart Rate Variability in Students. *PloS One*, v. 11, n. 1, p. e0146131, 2016.
- ESTEVE, J. M. Mudanças sociais e função docente. In: NÓVOA, António (ed.). *Profissão professor*. Porto: Porto Editora, 1991. p. 93-124.
- ESTEVE, J. M. *O mal-estar docente*. Lisboa: Escher, 1992.
- FIORENTINI, Dario; MIORIM, Maria Ângela. Pesquisar & escrever também é preciso: a trajetória de um grupo de professores de matemática. In: FIORENTINI, Dario; MIORIM, Maria Ângela Miorim (org.). *In: Por trás da porta, que matemática acontece?* Campinas: Editora Gráfica FE/Unicamp – Cempem, 2001.
- GALVÃO, Cecília. Narrativas em educação. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 11, n. 2, p. 327-345, 2005.
- GARNICA, Antônio Vicente Marafioti. Um ensaio sobre história oral: considerações teórico-metodológicas e possibilidades de pesquisa em educação matemática. *Quadrante*, Lisboa, v. 16, n. 2, p. 27-50, 2007.
- GATTI, Bernardete A. Formação inicial de professores para a educação básica: pesquisas e políticas educacionais. *Estudos em Avaliação Educacional*, São Paulo, v. 25, n. 57, p. 24-54, 2014.
- HADI, M. S. et al. "IOT Cloud Data Logger for Heart Rate Monitoring Device". In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VOCATIONAL EDUCATION AND TRAINING, 2., 2019. p. 207-214.
- JESUS, Saul Neves de. Prevenção do mal-estar docente através da formação de professores. *Educação*, Porto Alegre, ano XXV, n. 48, p. 25-43, 2002.
- LAPO, F. R.; BUENO, B. O. Professores, desencanto com a profissão e abandono do Magistério. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n. 118, p. 65-88, mar. 2003.
- LIMA, Edileusa; MACHADO, Lucília. A evasão discente nos cursos de Licenciatura da Universidade Federal de Minas Gerais. *Educação Unisinos*, v. 18, n. 2, p. 121-129, maio/ago. 2014.
- MARTINEZ, Adriana Ofretorio de Oliveira Martin; DE MOURA, Anna Regina Lanner. A produção do sentido pessoal para o exercício da docência no percurso formativo de uma estudante de Pedagogia. *Revista Contexto & Educação*, v. 35, n. 110, p. 105-122, 2020.
- MOROSINI, M. C. et al. *A evasão na Educação Superior no Brasil: uma análise da produção de conhecimento nos periódicos Qualis entre 2000-2011*. In: ICLABES. PRIMERA CONFERENCIA LATINOAMERICANA SOBRE EL ABANDONO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. [S. l.]: E.U.I.T. de Telecomunicación, 2012.

NACARATO, Adair Mendes. A formação do professor de matemática: pesquisa x políticas públicas. *Revista Contexto & Educação*, v. 21, n. 75, p. 131-153, 2013.

PICHOT, Vincent *et.al.*. HRV analysis: a free software for analyzing cardiac autonomic activity. *Frontiers in Physiology*, v. 7, p. 557, 2016.

SAMPIERI, Roberto H.; COLLADO, Carlos F.; LUCIO, Maria Del Pilar B. Metodologia da pesquisa. 5. ed. Porto Alegre: Penso Editora, 2013.

SAVIANI, Dermeval. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. *Revista Brasileira de Educação*, v. 14, n. 40, 2009.

STOBÄUS, Claus D.; MOSQUERA, Juan José M.; SANTOS, Bettina Steren dos. Grupo de pesquisa mal-estar e bem-estar na docência. Porto Alegre, *Educação*, ano XXX, n. especial, 2007.

TANES, Talita Molina Lopes; WERNER, Elias Terra. Iniciação à docência: importância da construção de saberes relacionados à prática docente. *Revista Contexto & Educação*. v. 37, n. 116, p. 36-56, 2022.

TARTUCE, Gisela Lobo B. P.; NUNES, Marina M. R., ALMEIDA, Patrícia Cristina Albieri de. Alunos do Ensino Médio e atratividade da carreira docente no Brasil. *Cadernos de Pesquisa*, v. 40, n. 140, p. 445-477, 2010.

THAKER, T. ESP8266 based implementation of wireless sensor network with Linux based web-server. In: SYMPOSIUM ON COLOSSAL DATA ANALYSIS AND NETWORKING. *Computer Science, Engineering*, 18 mar. 2016. p. 1-5.

YEOTKAR, H. S. IoT Based Human Body Parameters Monitoring By Using, *International Research Journal of Engineering and Technology*, v. 6, n. 7, p. 2.458-2.466, 2019.

#### **Autor correspondente**

Luciane Mulazani dos Santos

Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc

Centro de Ciências Humanas e da Educação – Faed

Av. Madre Benvenuta, 2007 – Itacorubi, Florianópolis/SC, Brasil – CEP: 88035-901

luciane.mulazani@udesc.br

Este é um artigo de acesso aberto distribuído  
sob os termos da licença Creative Commons.

