

Explorando a Gamificação e a Experiência de Fluxo no Ensino de Ergonomia: Análise no Classcraft e Ensino à Distância de Educadores

Elizabeth Martha Fischer¹, Geiser Chalco Challco², Ig Ibert Bittencourt³

Resumo

A gamificação é atualmente estudada para superar a falta de engajamento dos alunos. Concomitantemente, a brusca mudança nos locais de trabalho dos professores incitou o ensino sobre ergonomia a esses profissionais. Nesse contexto, com base na teoria da experiência de fluxo, elaboramos um design gamificado para uma aula on-line de ergonomia para educadores. O design foi avaliado mediante um experimento controlado em dois cenários -gamificado (Classcraft) e não gamificado (Google Classroom)- bem como a comparação de seus respectivos impactos no engajamento e no aprendizado. Os elementos de design de jogo no contexto gamificado foram instanciados a partir de nosso design proposto. Os resultados do experimento com 10 participantes indicaram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os cenários. Sugere-se, em estudos futuros, uma avaliação dos resultados apresentados.

Abstract

Gamification is currently being discussed to overcome students' lack of engagement. Meanwhile, the change of teachers' workplaces from schools to their own homes urged the education about ergonomics for these professionals. In this context, based on the theory of flow experience, we developed a gamified design for an online lesson on ergonomics for educators. The design was evaluated by a controlled experiment in two scenarios - gamified (Classcraft) and non-gamified (Google Classroom) - and by comparing the impact on engagement and learning. The game elements in the gamified scenario were designed by the authors. The results of the experiment with 10 participants indicated that there were no statistically significant differences between the scenarios. Hence, future studies should be conducted in order to evaluate these results.

1. Introdução

Como descrito por Anjos *et al.* (2005), a ergonomia tem como objetivo adaptar o ambiente de trabalho e a realização das tarefas ao homem. Por meio do ensino efetivo sobre ergonomia, os alunos adquirem informações sobre como dispor o seu local de trabalho da maneira correta, considerando suas necessidades específicas.

¹ Pós-Graduanda em Computação Aplicada à Educação, USP, elizabethmarthafischer@usp.br.

² Geiser Chalco Challco, USP, geiser@usp.br.

³ Ig Ibert Bittencourt, UFAL - Universidade Federal de Alagoas, ig.iber@ic.ufal.br.

Essas informações são pontos fundamentais para desenvolver uma rotina de trabalho saudável e produtiva. Robertson *et al.* (2008) mostram que um dos métodos para evitar doenças decorrentes da rotina laboral, é o uso de um treinamento efetivo sobre ergonomia e ainda, ajustes no local de trabalho. Green e Briggs (1989) apresentam que a mera distribuição de móveis adequados não é suficiente para prevenir tais doenças. Uma parcela significativa de diminuição nos casos de doenças laborais são observadas, segundo Robertson *et al.* (2007), quando há simultaneamente o ensino sobre ergonomia e o uso de equipamentos e ambiente adequado.

Apesar da clara importância sobre o ensino da ergonomia, existem diversas dificuldades ao aplicá-lo, principalmente no formato *on-line*. Os alunos, em geral, não possuem interesse e motivação suficiente para participar desses treinamentos, logo há a falta de engajamento. Como veremos mais a fundo na seção 2.4 deste trabalho, Dockrell *et al.* (2007) e Dockrell *et al.* (2009) afirmam que o método presencial de ensino sobre ergonomia para professores é o que possui mais aceitação entre esses profissionais.

O sucesso na aplicação da ergonomia depende do entendimento dos participantes em efetivamente reconhecer que há algum problema e da atitude dos mesmos em relação às soluções propostas. Com isso, intervenções sobre ergonomia são mais eficientes quando aplicadas de uma forma na qual o participante pode expor facilmente suas necessidades individuais e debater sobre as mesmas [Haslam 2002].

Vale ressaltar que há outros fatores que dificultam o ensino sobre ergonomia, por exemplo: a linguagem inadequada e a falta de adaptação da aula ao público alvo. Souza *et al.* (2003) apontam que o uso de caricaturas e imagens em impressos, acaba suavizando a abordagem de temas delicados, ligados ao sofrimento no trabalho. Esse fator dificulta não só a criação de uma aula com linguagem efetiva, mas também uma aula que esteja adequada às necessidades específicas do público alvo. Frente a esse cenário, o presente trabalho tem como contexto o ensino sobre ergonomia a um determinado grupo: professores, tanto do ensino infantil, bem como do superior.

1.1. Motivação

Cada indivíduo recebe, por meio do trabalho, não somente uma fonte de renda, mas também um papel na sociedade. Em geral, esse papel gera desafios e conquistas. No entanto, muitas vezes, ele também acarreta desgaste físico e/ou emocional. A aplicação da ergonomia, tem como objetivo diminuir os impactos negativos que a atividade ocupacional pode causar. Em Anjos (2005), a ergonomia busca propiciar ao indivíduo melhores condições físicas e psicológicas para a realização de seu trabalho e atividades. Ela tem aplicabilidade em todas as áreas trabalhistas, mas apenas uma parcela dos indivíduos tem acesso às orientações ergonômicas, durante o período de formação.

A partir do ensino sobre ergonomia, o trabalhador é conduzido a criar uma rotina de trabalho que o fará se sentir mais disposto e saudável. De acordo com Bohr (2000), a aplicação da ergonomia apresenta evidências de melhora na saúde dos trabalhadores e o empregador possui grandes chances de notar uma melhora na produtividade de cada funcionário. No entanto, apesar de tantos benefícios, acredita-se que a falta de engajamento dos participantes é uma das possíveis causas da falta de efetividade durante o ensino sobre ergonomia.

Com base nesse problema objetivou-se aqui aprimorar o engajamento dos alunos e, para isso, utilizou-se a gamificação. Ela tem sido considerada uma abordagem

relevante para resolver problemas de engajamento nos diferentes contextos de aprendizagem. Sailer e Homner (2020) apontam a gamificação, da forma como é atualmente empregada em estudos empíricos, como um método eficaz de instrução.

A gamificação tem como um de seus objetivos esperados promover a experiência de fluxo. De acordo com Bittencourt *et al.* (2018), ela é um dos fatores que pode conduzir o estudante a um estado de fluxo em uma atividade. Por meio dessa tarefa, o aluno alcança o estado desejado que todo aprendiz deveria alcançar, isto é, ela maximiza o engajamento durante a atividade e, conseqüentemente, o aprendizado adquirido.

1.2. Justificativa

Conforme exposto anteriormente, a ergonomia pode ser considerada um facilitador da atividade laboral, pois a partir da eficiente aplicação da mesma, tanto o trabalhador quanto o empregador são beneficiados.

Apesar de o ensino sobre ergonomia ser aplicável a diversos profissionais, o público alvo do presente trabalho são professores do sistema educacional brasileiro. Os fatores que instigaram a criação desta pesquisa foram não somente a importância da ergonomia e a falta de engajamento dos alunos em cursos *on-line* sobre o tema, mas também a inesperada mudança dos postos de trabalho dos professores devido à pandemia da COVID-19. Em 2020, essa alteração no sistema educacional, fez com que os profissionais da educação saíssem das salas de aula e passassem a trabalhar de forma remota em suas respectivas casas, tendo uma mudança drástica no local de trabalho.

1.3. Objetivos

Esta pesquisa tem como objetivo geral desenvolver e avaliar um *design* gamificado elaborado com base na teoria da experiência de fluxo para lidar com problemas de engajamento de professores durante o ensino sobre ergonomia.

De modo a atender o propósito final, têm-se os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar a falta de engajamento do público alvo (professores) em aula *on-line* sobre ergonomia e, com base na teoria da experiência de fluxo, elaborar um *design* gamificado para lidar com esse problema que afeta o ato de completar aulas e o aprendizado dos participantes.
- Avaliar o impacto do *design* gamificado no ensino sobre ergonomia. Esse impacto será mensurado nos alunos da aula (grupo de docentes) em função da experiência de fluxo e do aprendizado. Esta avaliação será realizada por meio de um estudo quantitativo comparando uma turma com metodologia tradicional, aula expositiva *on-line*, e outra com metodologia gamificada.

2. Fundamentação Teórica e Trabalhos Relacionados

Nesse capítulo serão apresentados os conceitos centrais para esta pesquisa e trabalhos acadêmicos sobre gamificação e o ensino de ergonomia.

2.1. Teoria da experiência de Fluxo

A busca pelo entendimento dos fatores que propiciam uma completa concentração e envolvimento de um indivíduo para realização de uma atividade qualquer é estudada, há

anos, por meio da Teoria da experiência de Fluxo. Nakamura e Csikszentmihalyi (2009) afirmam que o fluxo é uma experiência na qual ocorre uma completa absorção no momento presente. Em outras palavras, o fluxo pode ser considerado o estado em que o indivíduo está em total concentração na atividade a qual está executando.

Como citado em Nakamura e Csikszentmihalyi (2009), estudos dos anos de 1959, 1968 e 1975, dos autores White; cf. de Charms; e Deci, respectivamente, já afirmavam que quando um indivíduo está em fluxo, significa que ele está operando em total capacidade. Esse estado de operação é criado quando há metas claras, um *feedback* imediato e um equilíbrio adequado entre os desafios propostos e as habilidades individuais. Isso significa que, para estar em estado de fluxo, o indivíduo é submetido a uma atividade envolvente, na qual ele conecta as suas habilidades a desafios adequados, isto é, desafios que são tangíveis ao participante em questão. Para uma melhor compreensão do estado de fluxo, Nakamura e Csikszentmihalyi (2009) publicaram o gráfico, adaptado na Figura 2.1, no qual se pode visualmente compreender a relação entre desafios e habilidades e notar a área correspondente ao fluxo.



Figura 2.1. Modelo original do estado de fluxo. Adaptado de Csikszentmihalyi (1975/2000)

Assim se os desafios excederem as habilidades, o indivíduo entra em um estado de alerta e em seguida torna-se ansioso. Já se as habilidades do mesmo excederem os desafios propostos, o indivíduo, em um primeiro momento, adquire um sentimento de relaxamento ou alívio e, eventualmente, sente-se entediado em relação à atividade. Oliveira e Wanick (2018) também abordam esse aspecto de equilíbrio entre habilidade individual e desafio proposto. Esse trabalho apresenta que a experiência de fluxo é um canal dinâmico de interação entre a atividade em questão e as habilidades do indivíduo.

Segundo Dregner, Jahn e Furchheim (2018), o fluxo pode ser significativamente conceitualizado como um processo de imersão ao prazer e isso afeta a lealdade à atividade ou ao serviço em questão. Por tanto, a imersão ao prazer é um fator crucial para a realização de atividades, até mesmo por longos períodos, de maneira eficiente e eficaz. Esse trabalho apresenta que a imersão ao prazer abrange a perda da autoconsciência, a transformação do tempo, a concentração na tarefa em questão e a fusão entre a ação e a consciência. Desse modo, a teoria da experiência de fluxo proporciona aos desenvolvedores de qualquer atividade uma inspiração ou, de maneira mais abrangente, um ponto de partida para o planejamento da atividade a ser criada.

Dentre os meios facilitadores para aumentar o envolvimento dos indivíduos, e assim os induzirem a entrar na zona de fluxo, estão os jogos. Em Dregner, Jahn e Furchheim (2018) é afirmado que em atividades com conteúdo de alto desempenho (por exemplo, em jogos ou durante a realização de esportes) determinadas características (equilíbrio entre desafio-habilidade, objetivos claros, *feedback* inequívoco e imediato e

senso de controle) servem como meios para a criar a imersão. Desse modo, pode ser considerado que - por exemplo, se os objetivos não forem claros ou haver falta de *feedback* - nem todo jogo induz seus jogadores à zona de fluxo e que a experiência de fluxo em um jogo aplicado à educação não implica necessariamente no aprendizado.

A aplicação da experiência de fluxo no ensino possui uma literatura bem fundamentada e por meio desta pode-se compreender a importância da criação de uma atividade de ensino com uma efetiva aplicação da teoria de fluxo. Como o foco deste trabalho é criar um *design* gamificado para uma atividade de ensino sobre ergonomia, buscou-se por estudos sobre a aplicação da teoria de fluxo.

Na pesquisa de Souza *et al.* (2018) foi aplicada a teoria da experiência de fluxo em um ambiente de ensino gamificado. O objetivo do estudo foi identificar se alunos alcançariam o estado de fluxo durante um contexto de ensino presencial gamificado, e por meio dele os autores perceberam que a maioria dos alunos alcançou a experiência pretendida, corroborando com a premissa de que ambientes instrucionais gamificados oferecem as qualidades necessárias para esse fim.

O trabalho de Lucchesi (2019) mostrou-se de grande valia para reconhecimento da aplicação da teoria de fluxo em uma atividade de ensino. Estimular experiências de fluxo através de jogos digitais educacionais contribui para fomentar o interesse do aluno pelo conteúdo conceitual, notadamente, durante o ensino da matemática, visto que o aluno em fluxo concentra-se na tarefa, supera desafios e percebe seu senso de controle sobre a tarefa [Lucchesi 2019]. Nesse experimento, mediante a experiência proposta, os alunos tiveram mais concentração, prontidão e vontade de repetir a atividade.

2.2. Gamificação

Como visto, a partir da teoria do fluxo, os jogos podem ser considerados um meio facilitador para o alcance do fluxo. Tendo isso como ponto de partida, é fundamental compreender a gamificação. Segundo Kapp (2012), a gamificação é a aplicação das mecânicas, da estética e do pensamento de jogo em uma atividade, de modo a engajar pessoas, motivar as suas ações, promover o aprendizado e solucionar problemas. Bozkurt e Durak (2018) afirmam que o maior objetivo da gamificação é manter o usuário, ou jogadores, em jogo.

O termo gamificação surgiu na área do *marketing*, mas atualmente abrange diversos outros setores, por exemplo: educação, saúde, negócios e gestão. A popularidade dele começou a crescer em 2008, mas com sua aceitação, a partir de 2010, obteve mais atenção. Nos últimos anos, o número de estudos descritivos sobre gamificação cresceram em taxas constantes, já a quantidade de estudos empíricos sobre o tema apresentou taxas crescentes. Vale ressaltar que a maior parte dos estudos feitos sobre gamificação está relacionada com a área educacional [Bozkurt e Durak 2018]. Desse modo, nota-se que o termo gamificação tende a entrar em voga, em um futuro próximo, não apenas no meio acadêmico, mas também em atividades do cotidiano.

Por meio do efetivo uso da gamificação, em uma atividade de ensino qualquer, há um aumento na predisposição do participante em engajar-se e de sentir-se motivado a realizar a tarefa e, como consequência, tem-se um aumento no aprendizado. Segundo Tolomei (2017), os *games* possuem diversas possibilidades, como: interação, produção, riscos, problemas e desafios. Assim, eles propiciam o processo de aprendizagem de forma contextualizada, engajando os estudantes a interagir com o ambiente de ensino,

com os recursos instrucionais e com outros indivíduos. No mesmo estudo ainda é afirmado que por meio da gamificação, a motivação e o engajamento dos indivíduos são potencializados e o desejo das relações humanas são recompensados através das estratégias, dos níveis que são alcançados nos problemas solucionados e das possibilidades de compartilhar os ganhos com outros indivíduos.

Desse modo, pode-se dizer que a gamificação e a teoria da experiência de fluxo devem ser aplicadas em conjunto. O criador do ambiente de ensino gamificado deve desenvolver tarefas que encorajam o participante, motive-o e, como consequência, mantenha-o engajado, fatores que o farão permanecer na área de fluxo. Em Kiili *et al.* (2012) é afirmado que no desenvolvimento de ambientes de aprendizagem gamificados, deve ser considerada as variáveis chamadas de jogabilidade e *feedback*. A primeira induz uma efetiva experiência do jogo ao criar “metas e desafios claros”. Com a aplicação da jogabilidade os alunos permanecem mais focados nas tarefas, uma vez que se adequam ao ritmo de metas, de curto e longo prazo, estabelecendo um sentimento de sucesso. Já a segunda viabiliza o fato do aluno visualizar seu progresso, “o *feedback* cognitivo visa estimular o jogador a refletir sobre suas experiências e soluções testadas para desenvolver seus modelos mentais e estratégias de jogo”.

2.3. Engajamento e problemas de engajamento no ensino de ergonomia

A análise dos fatores que impulsionam o envolvimento de um estudante pode ser considerada um tema complexo, pois a fim de alcançá-lo, deve-se ponderar diversos aspectos. Shernoff (2016) *et al.* afirmam que o engajamento discente pode ser conceitualizado como uma construção multidimensional (comportamental, cognitiva e emocional). O engajamento comportamental refere-se ao comportamento dos alunos, isto é, a consistência no esforço, a participação, o cumprimento das tarefas de casa e outros comportamentos desejados ligados ao processo de aprendizagem. O engajamento cognitivo está conectado ao aprendizado, profundidade do processamento e/ou o uso de estratégias metacognitivas auto reguladas. Por fim, o engajamento emocional está ligado às emoções do aluno nas escolas - seu interesse, tédio ou ansiedade.

O ensino sobre ergonomia para professores pode ser considerado uma área escassa de pesquisas publicadas, uma vez que esse tema, em geral, é pouco abordado durante a formação desses profissionais e, deste modo, atrai pouca atenção. Em Dockrell *et al.* (2009) é destacado que a ergonomia trata de um tema relativamente novo para professores. Esse fator de novidade, tende a gerar receios e afetar negativamente o engajamento do público alvo (nesse caso, docentes). O estudo aponta ainda que o ensino sobre esse tema tende a ter maior aceitação se feito de maneira presencial.

Com base nos trabalhos mencionados é possível evidenciar a relevância da presente pesquisa: conciliar um tema, que é moderadamente novo ao público alvo e em função disso é aceito de forma receosa, ao sistema de aula *on-line*.

2.4. Trabalhos relacionados

A aplicação da gamificação no ensino sobre ergonomia, voltado a professores, é um tema que pode ser considerado incipiente. A busca por trabalhos relacionados foi realizada em setembro de 2020, em diferentes plataformas, como SCOPUS, *Google Scholar*, *Science Direct* e Portal de Busca Integrada da USP. Os termos-chave, como *ergonomics AND gamification*, *Flow theory AND ergonomics AND gamification*,

ergonomics AND education, ergonomics AND training, ergonomics AND teachers, Flow theory AND gamif AND (teaching* OR instruction*) AND (posture OR ergonomics) AND (disease* OR sickness* OR disorder*)*, foram pesquisados no título, *abstract* e palavras-chave dos trabalhos. Apesar da grande relevância para o dia a dia desses profissionais, durante a busca notou-se que a ergonomia ainda é pouco abordada durante a formação de educadores e isso propicia a falta de publicação de estudos. Assim, nessa seção apresentaremos trabalhos pertinentes ao tema da presente pesquisa.

Dois estudos aplicados na Irlanda, sendo o primeiro, Dockrell *et al.* (2007), e o segundo, Dockrell *et al.* (2009), apontaram a crescente necessidade de professores participarem de treinamentos sobre ergonomia ao utilizar o computador. Ambos tiveram como base a aplicação de questionários enviados via postal, foram analisados através da estatística descritiva e estão representados na Tabela 2.4.1.

Tabela 2.4.1. Estudos de Dockrell *et al.*

Estudo:		Dockrell <i>et al.</i> (2007)	Dockrell <i>et al.</i> (2009)
Ano de coleta de dados:		entre 2001 e 2002	2006
Número de respondentes	Escolas:	416	205
	Diretores:	389	189
	Professores:	1474	1025

Os questionários respondidos pelos professores, geraram não apenas dados sobre a infraestrutura e demográficos das escolas, mas também informações sobre a participação dos mesmos em treinamentos relacionados à ergonomia.

De acordo com Dockrell *et al.* (2007) a maioria dos professores (89.6%) receberam treinamentos relacionados à computação, mas 82.4% afirmaram que não estiveram em contato com informações sobre ergonomia, durante o uso do computador, em seus treinamentos. Outro fator relevante desse trabalho, refere-se a porcentagem de professores que ensinam aspectos ergonômicos aos seus alunos. Cerca de 34% dos respondentes afirmaram que orientam os alunos sobre alguns tópicos relacionados à ergonomia, como: postura correta ao sentar em frente ao computador, distância entre olho e tela do computador e entre outros. No entanto, os dados mostraram que 68,6% desses professores, que orientam seus alunos em questões ergonômicas, não participaram de treinamentos sobre ergonomia.

Ainda em Dockrell *et al.* (2007), foi divulgado que 90,6% dos professores acreditam que precisam de mais informação na área ergonômica e 81,5% dos participantes afirmaram que não estavam satisfeitos com o conhecimento sobre ergonomia aplicada durante o uso do computador. O método mais citado pelos respondentes, como sendo o preferível em caso de treinamento, foi o convencional para a época, com material impresso e presencial.

No estudo de Dockrell *et al.* (2009) a maioria dos professores (83%) recebeu treinamentos relacionados à computação, e desses 23,2% afirmaram que receberam alguma informação relacionada à ergonomia, durante o uso do computador, em seus treinamentos. Dessa vez, 34,3% dos respondentes afirmaram que orientam seus alunos sobre alguns tópicos relacionados à ergonomia.

Em Dockrell *et al.* (2009) foi abordado o nível de satisfação, medido por meio da escala *Likert*, dos professores em relação ao conhecimento que possuem sobre ergonomia aplicada no uso do computador. Apenas 7,9% dos respondentes afirmaram estar “completamente satisfeitos” e 24,5% “satisfeitos”. Em contrapartida, 40.3%

declararam-se “não satisfeitos” e 23,2% “nem um pouco satisfeitos”. Ademais, 80% dos professores reiteraram que possuem a necessidade de saber mais sobre esse tema.

Além disso, em Dockrell *et al.* (2009) o método mais citado pelos respondentes, como sendo o preferível em caso de treinamento, foi o material impresso e treinamento presencial. Logo, uma aula em formato *on-line* não se encaixaria como um fator motivador para a participação em uma aula sobre ergonomia para o público alvo. Esse fato, foi apontado como surpreendente pelos autores, uma vez que dentre os respondentes dos questionários havia pessoas de várias faixas etárias.

Apesar de afirmar que o ensino presencial sobre ergonomia seria o preferido pelo público alvo, vale ressaltar que Dockrell *et al.* (2009) declaram que cursos *on-line* também poderiam ser muito efetivos. Dentre os benefícios de um curso *on-line* citados estão: baixo custo e método flexível de treinamento, com disponibilidade de acesso 24h. No entanto, esse trabalho reitera que os usuários devem ter *backgrounds* similares e ainda habilidades de manuseio de computação, por esses motivos ele sugere que essa seria uma área de futura investigação.

A partir dessa pesquisa pode-se afirmar que a potencialidade de cursos *on-line* não é um tema incipiente. Segundo Hodges *et al.* (2020) o aprendizado *on-line* carrega o estigma de ter qualidade inferior em relação ao aprendizado presencial, apesar de estudos mostrarem o contrário. Esses autores apontam que um curso *on-line* efetivo é resultado de um *design* instrucional e planejamento, usando um modelo sistemático. Esta abordagem reconhece a aprendizagem não apenas como uma questão de transmissão de informações, mas também como um processo social e cognitivo.

Ademais, em 2020 temos um contexto atípico que remete ao uso do ensino à distância. Para evitar que a doença da COVID-19 se espalhe, é aconselhável, entre outros fatores, que as pessoas evitem contato social [WHO 2020]. Concomitantemente tem-se uma maior disponibilidade de tecnologia, o uso da internet já está mais difundido na sociedade e há uma proliferação de plataformas de ensino *on-line*. Nesse contexto, a aceitação de alunos em relação à participação em cursos remotos tende a ser maior.

Na literatura foram encontradas pesquisas que citam a aplicação da gamificação como um fator que motiva a participação de diferentes grupo-alvo em atividades relacionadas a tópicos ergonômicos, por exemplo, alongamentos e correção postural. Apesar de serem relevantes, a maioria desses estudos não tiveram como foco a análise do método educacional usado em treinamentos sobre ergonomia para educadores ou uma minuciosa análise dos fatores que levaram a motivação de seus públicos alvo. Diante disso, a seguir serão apresentados apenas fragmentos dos estudos, cujos conteúdos estão alinhados com os do presente trabalho. Dentre esses estão: [Paravizo e Braatz 2019], [Lanzotti, Vanacore e Tarallo 2020], [Boucenna *et al.* 2012], [Rodrigues *et al.* 2018] e [Rodrigues *et al.* 2016].

A gamificação aplicada no ensino sobre ergonomia foi tratada como um facilitador do processo de aprendizagem em Paravizo e Braatz (2019). Nesse estudo foi apontado que a ergonomia apresentada através de uma simulação, com características das mecânicas de jogos, pode funcionar como um fator atrativo para os estudantes. Esse fato foi relatado pelos próprios participantes, desses 62% eram profissionais da área da engenharia e 38% profissionais de diversas áreas (fisioterapia, terapia ocupacional, arquitetura, administração e *design* industrial). Vale ressaltar que, em

geral, os participantes citados recebem, durante o período de formação, algumas orientações sobre ergonomia e isso pôde facilitar o processo de compreensão sobre a disciplina.

Lanzotti, Vanacore e Tarallo *et al.* (2020) indicam o uso do *serious games*, em uma empresa automotiva, como uma ferramenta promissora de treinamento com simulação sobre ergonomia. Os chamados *serious games* ou jogos sérios, segundo Abt (1970), possuem a mesma estrutura de outros jogos, mas com uma finalidade educacional explícita e cuidadosamente pensada, já que não possuem o objetivo de serem jogados apenas por diversão. Nesse caso, como afirmado por Lanzotti, Vanacore e Tarallo (2020), o aprendizado sobre ergonomia através de um jogo sério, aumenta a disseminação sobre a cultura de segurança entre os trabalhadores.

Em Boucenna *et al.* (2012) foi apresentado o desenvolvimento de um robô para uso no ensino sobre postura através de um “jogo de imitação”. A aplicação do robô, provavelmente, permitirá o aprendizado autônomo por meio da interação entre o ser humano e o robô. O intuito é desenvolver um robô que produza movimentos com a postura correta e, a partir deles, o ser humano imitará o robô, aprendendo sobre postura.

A aplicação de um jogo sério para melhorar a postura e saúde da coluna foi abordada em Rodrigues *et al.* (2016). Os autores propuseram um jogo, no qual há a correção de desvios posturais e execução e memorização de sequências de alongamento. O jogo opera nos modos *single* e *multiplayer* usando dispositivos táteis para controle, e ainda utiliza o *Microsoft Kinect* para interação gestual. Ademais, houve a condução de

estudos com os usuários para avaliação do jogo. Os resultados mostram que as observações e experiências de correção e alongamento postural influenciam o comportamento dos usuários, estimulando reflexões e iniciativas em sua vida real. O público experimental foram 16 pessoas, entre 20 e 30 anos, usuárias de computador por pelo menos 8 horas por dia. Durante o jogo, os participantes estiveram em contato com diferentes atividades, como: corrigir a postura dos personagens e realizar sequencias de alongamentos. Após o jogo, eles responderam um formulário de avaliação e classificaram vários itens do jogo. Em suma, os resultados mostraram que o jogo possui um bom nível de jogabilidade e 93,8% dos participantes avaliaram o jogo como sendo um jogo sério para a área da saúde, uma vez que ele oferece um importante aspecto educacional para os usuários de computador.

Rodrigues *et al.* (2018) apresentam resultados favoráveis ao uso de um jogo sério sobre postura corporal e alongamentos. Por meio da interação de gestos, *feedback* visual e por segmento corporal há uma orientação aos usuários para a correção do alinhamento corporal durante a execução dos alongamentos, tornando-os mais bem-sucedidos na finalização da atividade física. Testes de usabilidade foram realizados e os resultados, em média, mostraram que os usuários - 20 participantes, entre 19 e 60 anos - não só perceberam a importância e utilidade do treinamento, mas também expressaram uma experiência positiva em relação à prática dos exercícios, avaliando o jogo de “muito bom” a “bom” em termos de relevância, facilidade de uso, eficácia e satisfação geral. Novamente a satisfação geral dos participantes foi avaliada como muito boa (cerca de 50%) e média, fator que comprova a alta aprovação dos usuários.

3. Metodologia

Esse trabalho visa resolver um problema prático através de um artefato e com isso gerar novo conhecimento científico sobre o tema, por essa razão foi escolhida a aplicação do método *Design Science Research* (DSR). O problema a ser resolvido é a falta de engajamento do público alvo em uma aula sobre ergonomia e já o artefato é o *design* gamificado de uma aula *on-line* sobre ergonomia.

Na abordagem DSR encontramos fundamentos que legitimam o desenvolvimento de artefatos como um meio para a produção de conhecimentos científicos do ponto de vista epistemológico [Pimentel, Filippo e Santoro 2020]. Uma síntese das etapas e artefatos empregados é disposta na Figura 3.1.

Com apoio do estado da técnica foi elaborado, mediante o *framework Gamiflow*⁴, o “*Design Gamificado de uma aula sobre ergonomia*”⁵. O *Gamiflow* é um instrumento desenvolvido na disciplina de “Gamificação na Educação” do curso de “Especialização em Computação Aplicada à Educação” para apoio ao desenvolvimento do *design* gamificado e fomento da experiência de fluxo. A avaliação 1 – O artefato operacionaliza as conjecturas teóricas? – foi realizada por um especialista na área de gamificação e aprovada. Após essa validação, foi efetuada a implantação do *design* com apoio da plataforma *Classcraft*⁶. Essa plataforma, criada em 2013, combina técnicas pedagógicas com uma abordagem moderna, promovendo conexões entre alunos e professores por meio de *players*, *Role-Playing-Game* (RPG). Ela é usada em mais de 160 países e o idioma português ainda está em processo de tradução.

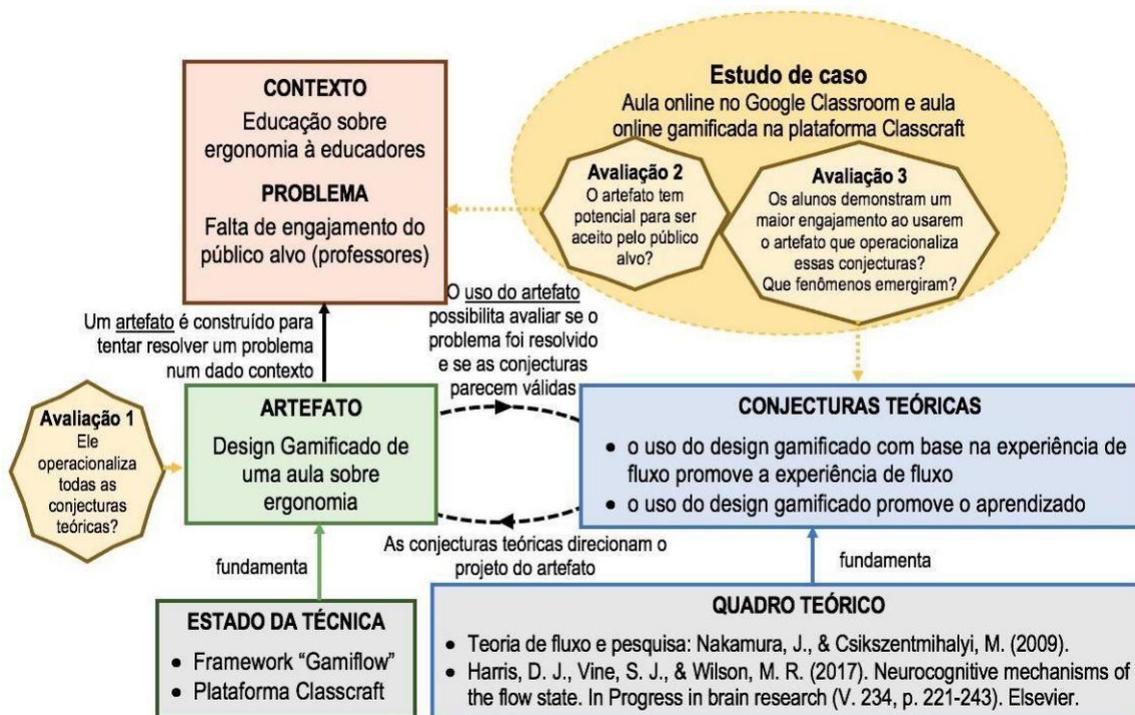


Figura 3.1. Mapa dos elementos esperados de uma pesquisa DSR - Pimentel, Filippo e Santoro (2020). Adaptação feita pelos autores.

⁴ Gamiflow: <https://drive.google.com/file/d/liw49xxQQFIdgHsl9LFP7oy6CgIIg63GK/view?usp=sharing>

⁵ Design: https://drive.google.com/file/d/1AtD1gnTX7ouvh207gwnpT2MpbFwr2_VT/view?usp=sharing

⁶ Classcraft: <https://www.classcraft.com/>

As avaliações sobre a validade do artefato, que analisam se ele consegue resolver o problema (Avaliação 2) e se as conjecturas teóricas parecem válidas (Avaliação 3), foram feitas mediante um estudo empírico detalhado na próxima seção.

4. Avaliação

Nesta seção serão apresentados os pontos a serem avaliados, materiais e procedimentos utilizados, ademais haverá a descrição dos resultados obtidos.

4.1. Objetivos, Materiais e Procedimento

Para avaliar se o *design* gamificado proposto promove a experiência de fluxo, formulamos a hipótese H_1 de pesquisa:

- Hipótese Nula (H_{1null}): Não há diferença significativa na experiência de fluxo dos participantes da aula de ergonomia no “cenário de aprendizagem com o *design* gamificado” (tratamento) e no “cenário sem gamificação” (controle).
- Hipótese Alternativa (H_{1alt}): Há diferença significativa na experiência de fluxo dos participantes da aula de ergonomia no “cenário de aprendizagem com o *design* gamificado” (tratamento) e no “cenário sem gamificação” (controle).

Para avaliar se o *design* gamificado proposto promove a aprendizagem, formulamos a hipótese H_2 de pesquisa:

- Hipótese Nula (H_{2null}): Não há diferença significativa no aprendizado dos participantes da aula de ergonomia no “cenário de aprendizagem com o *design* gamificado” (tratamento) e no “cenário sem gamificação” (controle).
- Hipótese Alternativa (H_{2alt}): Há diferença significativa no aprendizado dos participantes da aula de ergonomia no “cenário de aprendizagem com o *design* gamificado” (tratamento) e no “cenário sem gamificação” (controle).

Para mensurar a predisposição e experiência de fluxo foram empregados os questionários DFS-2⁷ e FSS-2⁸, ambos, amplamente utilizados e validados na literatura para avaliar a experiência de fluxo em cenários de aprendizagem. Ademais o questionário QPJ-BR⁹, apresentado em Andrade *et al.* (2016), foi aplicado por ser o primeiro questionário validado no idioma Português-Brasileiro para identificar os perfis de jogadores. Já a aplicação de um pré e de um pós teste, por meio do *Google Forms*, foi feita para análise do aprendizado dos participantes.

Neste trabalho foram criados dois cenários de aprendizagem: o cenário gamificado, por meio da plataforma *Classcraft* na versão gratuita, e o cenário não gamificado, por meio da aplicação de uma aula *on-line* na plataforma *Google Classroom*.

Como mencionado, para a criação do cenário gamificado houve a aplicação do *framework Gamiflow*¹⁰. Por meio dele foram analisados os problemas de engajamento, objetivos motivacionais e objetivos de engajamento do público alvo. A partir da determinação desses objetivos motivacionais e de engajamento, foi possível a criação das dinâmicas de jogo. Tais dinâmicas estão resumidas na Figura 4.1.

⁷DFS: <https://flow.lyralemos.com.br/?survey=9&type=dfs>

⁸FSS: <https://flow.lyralemos.com.br/?survey=9&type=fss>

⁹QPJ-BR: <https://drive.google.com/file/d/1Wkwta44wqu4bVrcZHeBRF7DN-MbJxSly/view?usp=sharing>

¹⁰Gamiflow: <https://drive.google.com/file/d/1iw49xxQQFIdgHsI9LFP7oy6CgIlg63GK/view?usp=sharing>

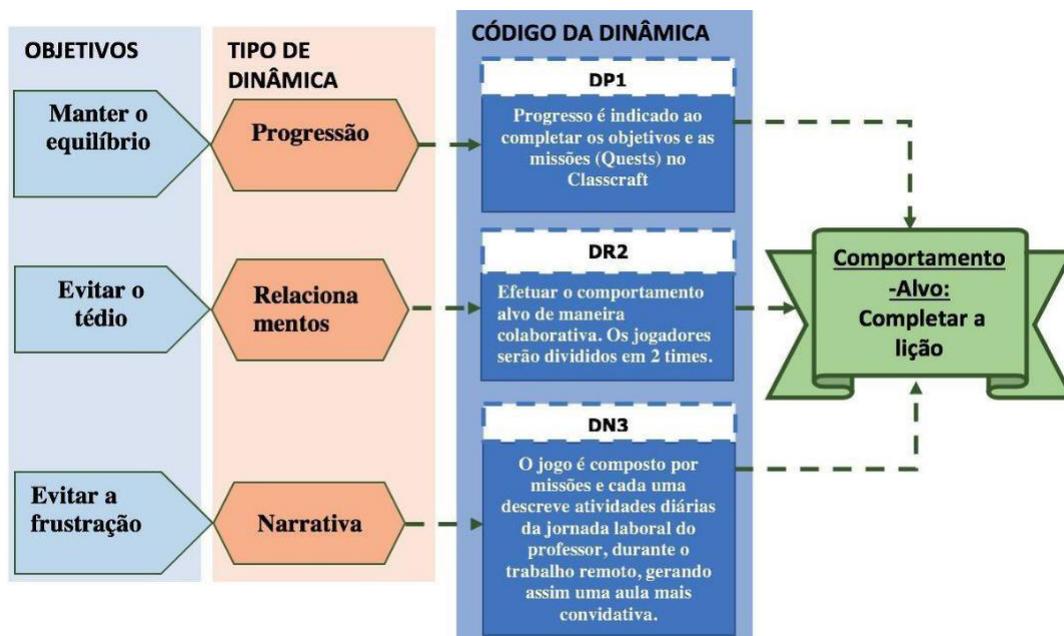


Figura 4.1. Descrição das dinâmicas de jogo de aplicação no cenário gamificado

As imagens retiradas do jogo criado por meio da plataforma *Classcraft*, representadas nas Figuras 4.2, 4.3 e 4.4, são usadas para exemplificar a aplicação das dinâmicas¹¹ de jogos empregadas neste estudo.



Figura 4.2. Aplicação da DP1 - Dinâmica de progressão

Na Figura 4.2 tem-se a aplicação da dinâmica de progressão com o objetivo de manter o equilíbrio.

¹¹Dinâmicas: https://drive.google.com/file/d/1TDk_ALomD2FFq1qm5tYI9AICI-_QwcdW/view?usp=sharing



Figura 4.3. Aplicação da DR2 - Dinâmica de relacionamentos

A Figura 4.3 corresponde à aplicação da dinâmica usada para evitar o tédio durante a participação no jogo, através de um sistema de pontuação e dividindo os participantes em equipes.

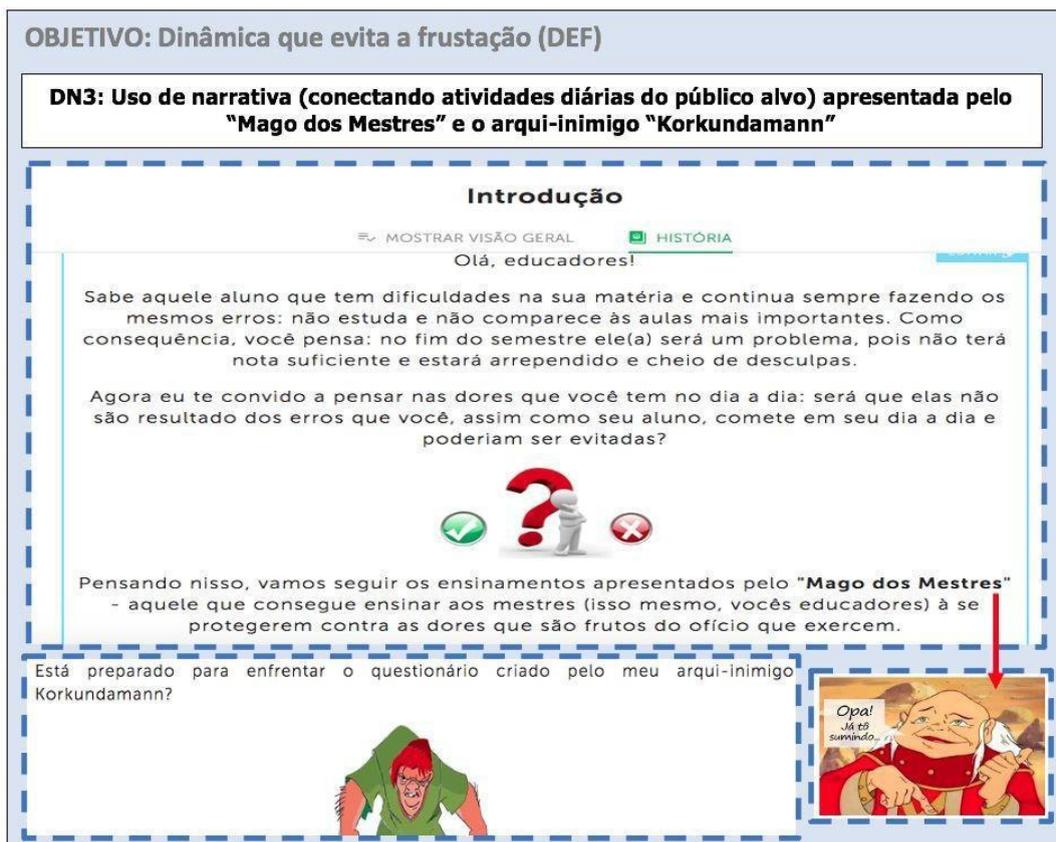


Figura 4.4. Aplicação da DN3 - Dinâmica de narrativa

A Figura 4.4 apresenta um pouco da narrativa do jogo, conectando atividades do cotidiano dos professores com os conceitos explicados.

Por sua vez, a aula não gamificada, retrata no esquema da Figura 4.5, foi criada na plataforma *Google Classroom* e organizada para ser uma aula *on-line*, com apresentação de *slides* e vídeo explicativo. A leitura dos *slides*, visualização dos vídeos e resolução dos exercícios propostos pôde ser assíncrona e direta.

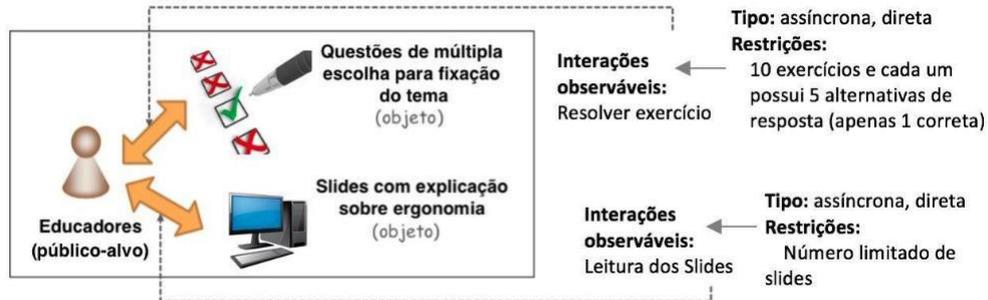


Figura 4.5. Apresentação geral da organização da aula *on-line* sem ser gamificada

A avaliação dos cenários de aprendizagem teve como base dez participantes, brasileiros, educadores e educadoras, da região sul e sudeste, na faixa etária entre 25 a 54 anos, divididos aleatoriamente em dois grupos, cada um sendo direcionado a um dos cenários. Os mesmos assinaram o TCLE¹² para coleta de dados da experiência de fluxo.

A descrição e sequência de atividades que os participantes seguiram está representada na Figura 4.6. Vale ressaltar que a atividade “verificação da participação” foi feita pelos autores e, a partir dessa, o bloco subsequente de atividades foi divulgado aos alunos, por exemplo, ao verificar que o bloco 1 foi completo pelo participante P01, os autores divulgaram o link para a participação no bloco 2 e assim sucessivamente.

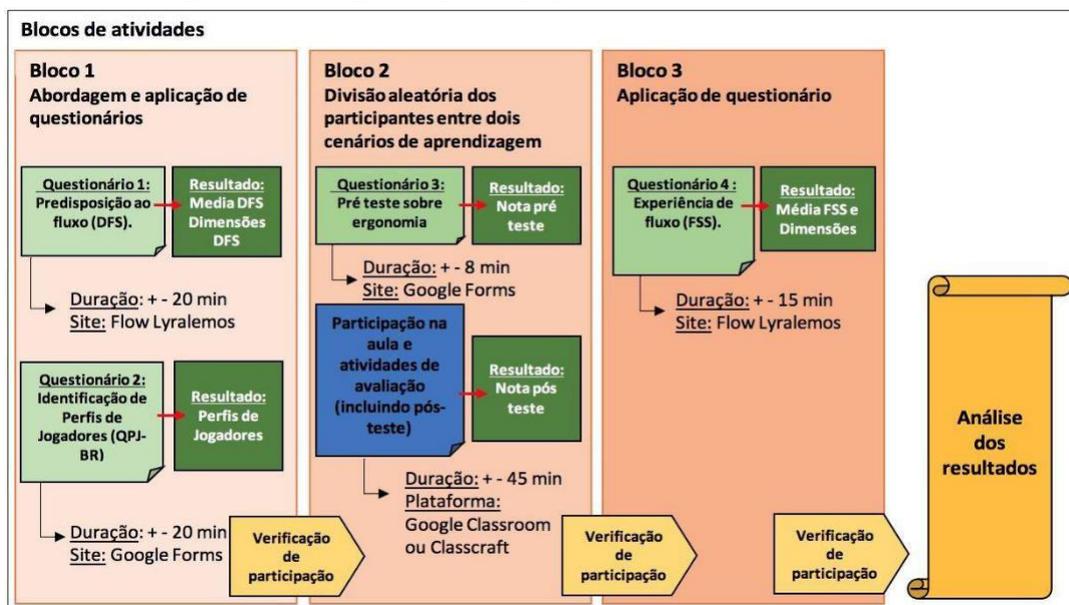


Figura 4.6. Questionários e atividades propostas aos participantes

¹²TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

4.2. Resultados da avaliação

Esta seção apresenta os resultados da análise estatística realizada por meio dos dados coletados. Esses dados foram obtidos de forma tabular e estão representativamente descritos na Figura 4.6 pelos termos: “Média DFS”, “Dimensões DFS”, “Perfis de jogadores”, “Nota pré teste”, “Nota pós teste” e por fim a “Média FSS” e respectivas dimensões. Os detalhes das análises realizadas são apresentados em cada um dos tópicos seguintes.

4.2.1. Experiência de Fluxo (H_1)

A hipótese nula H_{1null} foi avaliada usando o teste não paramétrico Wilcoxon de amostras independentes na experiência de fluxo. Não houve significância estatística dos resultados para a experiência de fluxo nos dois cenários (Figura 4.7).

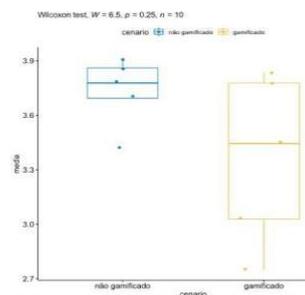


Figura 4.7. Box-plot do teste Wilcoxon na experiência de fluxo

Na condição do cenário gamificado obteve-se a média (M) e o desvio padrão (SD) no valor de $M=3,367$ e $SD=0,471$, já no cenário “não gamificado” encontrou-se $M=3,733$ e $SD=0,196$, com $W=6,5$ e $p=0,25$. Onde: W = “valor do teste estatístico de Wilcoxon” e p = “valor p ” (usado para medir a evidência contra a hipótese nula)

Conforme resultados apresentados na Figura 4.8 e Tabela 4.2.1 não houve uma diferença estatisticamente significativa nas nove dimensões, tanto no cenário gamificado quanto no cenário não gamificado.

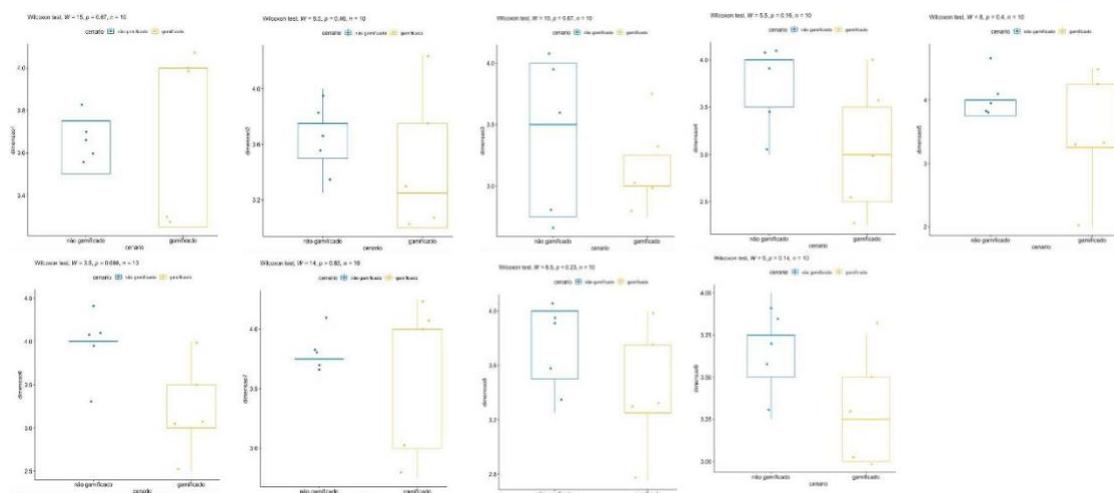


Figura 4.8. Box-plot do teste Wilcoxon nas nove dimensões de experiência de fluxo nos cenários gamificado e não gamificado

Tabela 4.2.1. Resultados Wilcoxon Test - Nove dimensões

Dimensão	Descrição	Gamificado		Não Gamificado		Wilcoxon Test	
		Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	W	p
1	Balanco de desafio/habilidade	3,70	0,411	3,45	0,542	15,0	0,67
2	Fusão da ação e atenção	3,45	0,542	3,65	0,285	8,5	0,46
3	Objetivos claros	3,15	0,379	3,40	0,627	10,0	0,67
4	Feedback imediato	3,05	0,716	3,70	0,447	5,5	0,16
5	Concentração	3,45	0,991	4,05	0,441	8,0	0,40
6	Controle	3,20	0,57	3,96	0,447	3,5	0,07
7	Perda autoconsciência	3,60	0,675	3,80	0,112	14,0	0,83
8	Transformação do tempo	3,40	0,487	3,75	0,354	6,5	0,23
9	Experiência autotélica	3,30	0,326	3,65	0,285	5,0	0,14

Além dos testes Wilcoxon, foi efetuado um teste de linearidade nas variáveis “*predisposição no fluxo*” (media.dfs) e “*experiência de fluxo*” (media.fss) para determinar a relação entre as variáveis. Os resultados, mostrados na Figura 4.9., indicam que há uma relação diretamente proporcional entre as variáveis no “cenário gamificado”, enquanto a relação das variáveis é inversamente proporcional no “cenário não gamificado”. Apesar do número insuficiente de dados, o teste de linearidade da experiência de fluxo indica que em ambos os cenários, gamificado ou não, os resultados dependeram da “experiência de fluxo” (media.fss).

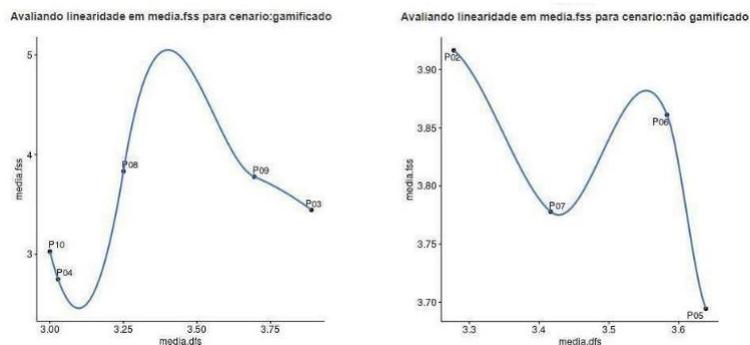


Figura 4.9. Gráfico de linearidade da predisposição (media.dfs) e experiência de fluxo (media.fss) para o cenário gamificado (esquerda) e não gamificado (direita)

4.2.2. Aprendizagem (H_2).

A hipótese nula H_{2null} referente a aprendizagem (nota.pós) e o conhecimento prévio (nota.pré) dos participantes nos cenários gamificados e não gamificados foi avaliada mediante o teste não paramétrico Wilcoxon. Por meio desse teste, foram comparadas a diferença das notas (nota.dif = nota.pós - nota.pré) com a variável independente “cenário” que apresenta as condições “gamificado” (condição 1) e “não gamificado” (condição 2).

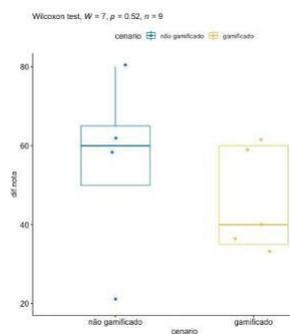


Figura 4.10. Box-plot do teste Wilcoxon na aprendizagem nos dois cenários

Não houve significância estatística dos resultados para a aprendizagem (Figura 4.10). Na condição do cenário gamificado obteve-se “Dif.nota Média”= 46 e SD=12,942 e no cenário “não gamificado” encontrou-se “Dif.nota Média”=55 e SD=25,166, com $W=7$ e $p=0,52$. É necessário ressaltar que o número de participantes considerados no cenário não gamificado foi 4, pois um dos alunos não realizou o pós teste.

5. Discussão, Ameaças à Validade e Limitações

Os resultados não rejeitam a hipótese nula (H_{1null}). Embora as médias da experiência de fluxo do cenário não gamificado sejam maiores que as do cenário gamificado, não houve diferença estatisticamente significativa. Além disso, cada uma das dimensões apontadas na seção 4.2.1, como fusão da ação e atenção, balanço de desafio e das habilidade e a transformação do tempo também não apresentaram diferença estatisticamente significativa dos dados.

Um fator que sugere a falta de diferença estatisticamente significativa dos dados pode ser explicado pela análise de linearidade (Figura 4.8). Esse teste sugeriu que os participantes que tinham predisposição de entrar em fluxo em uma aula de ergonomia pontuaram também valor alto na experiência de fluxo durante o cenário gamificado. Já no cenário não gamificado aconteceu o contrário - quem pontuou alto na predisposição de fluxo, após fazer a aula no *Google Classroom*, indicou um valor baixo na experiência de fluxo. Esse fato pode sugerir que o cenário não gamificado afeta negativamente a experiência de fluxo, mas como houve um pequeno tamanho amostral ($n=10$), o fato não pode ser verificado.

Outra possível explicação da falta de significância estatística nos resultados obtidos na experiência de fluxo pode estar conectada com os diferentes perfis de jogadores. Isto é, há a possibilidade de que o *design* gamificado não foi proposto para todos os perfis. Esses perfis estão diretamente ligados à diversidade que faz com que os jogadores não gostem dos mesmos jogos, pois cada um é envolvido por diferentes características de jogos, por algumas de suas mecânicas e dinâmicas. Assim, os efeitos produzidos por um jogo, por suas mecânicas e dinâmicas diferem em cada indivíduo. Esses efeitos dependem basicamente de: aspectos culturais, demográficos, psicológicos e comportamentais. O espaço amostral ($n=10$) não foi suficiente para análise do perfil dos participantes desse estudo, uma vez que, como citado, esse dado depende da análise de diversas variáveis.

Os resultados do teste H₂, não rejeitam a hipótese nula, indicando, que o ensino não gamificado obteve maiores médias no pós teste, no entanto, os dados não apresentaram diferenças estatisticamente significantes. Mais uma vez, o pequeno número amostral pode ter tido influência sobre os resultados.

Um dos limitantes desse trabalho foi a falta de participantes. Apesar da divulgação em escolas e meio universitário, em diversas regiões do Brasil, apenas 10 pessoas concluíram a participação no estudo. Vale ressaltar que 34 pessoas começaram o processo de participação, mas apenas 10 responderam todos os questionários obrigatórios e participaram da aula. Como apresentado na Figura 4.6, os participantes foram submetidos a responder os questionários de pré-disposição do fluxo, QPJ-BR, pré-teste sobre ergonomia, e então foram encaminhados às aulas, em seguida, foram orientados a responder o questionário de experiência de fluxo. Logo, por se tratarem de várias etapas, diversos candidatos desistiram de participar da pesquisa.

Ademais, alguns participantes demonstraram dificuldade durante a utilização da plataforma *Classcraft*. Dentre os problemas citados estão: dificuldade de compreensão do site, que está em processo de tradução; falta de contato com jogos *on-line* e problema de utilização de endereço eletrônico cadastrado previamente no site com o perfil de “pai de aluno”.

Por fim, é válido salientar que a escassez de tempo do público alvo, relatada por alguns participantes, afetou a aplicação da presente pesquisa. Durante o ano de 2020, devido à pandemia da COVID-19, professores dos diversos graus educacionais, do ensino infantil ao universitário, tiveram que adaptar seu dia a dia laboral e aulas, aumentando a carga horária comum de trabalho e assim, dificultando a disponibilidade de horário para participação desse estudo.

6. Conclusão e Trabalhos Futuros

Conforme apresentado e debatido nas seções anteriores, os resultados não foram estatisticamente relevantes. A amostra de comparação (alunos que desenvolveram as mesmas atividades em ambiente não gamificado) obteve resultados superiores nas atividades propostas, considerando as mesmas desenvolvidas pelos alunos (grupo gamificado) no jogo *Classcraft*. No entanto, sugere-se que uma pesquisa com mais participantes seja efetuada, de modo a alcançar uma comparação mais assertiva em referência à conjectura teórica formulada neste estudo, de que “um *design* gamificado, elaborado com base na teoria da experiência de fluxo, promoverá a experiência de fluxo e o aprendizado”.

Apesar de a plataforma *Classcraft* ter gerado dificuldades para alguns usuários, ela foi vista, por outros, como intuitiva. Notou-se que o grupo de pessoas com mais dificuldades de manusear a plataforma possuía uma faixa etária maior. Esses usuários, na maioria dos casos, não estavam familiarizados com a mecânica de jogo *Role-Playing-Game* (RPG) empregada no *Classcraft*, fator que pode até mesmo afetar o engajamento dos mesmos em participar. A partir disso, vê-se uma oportunidade em estudar a aceitação de diferentes plataformas gamificadas de ensino por faixas etárias distintas.

Vale ressaltar que nesse estudo foram conduzidas apenas análises quantitativas, já em futuros trabalhos seria interessante a condução de um estudo misto, com análises

qualitativa e quantitativa, usando o protocolo *think-aloud* e/ou *interviews* com perguntas abertas para coletar as experiências dos participantes em relação ao engajamento e aprendizado.

Por fim, nota-se que a falta do número de participantes pode ser decorrente do pouco interesse dos educadores sobre o tema. Certamente o curso foi divulgado para mais de 200 educadores, apenas 34 mostraram algum interesse em participar e 10 finalizaram as atividades propostas. A partir disso, vê-se a oportunidade de futuras pesquisas estudarem o fato de como fazer uma correta abordagem dos educadores, de modo a atraí-los ao estudo sobre ergonomia.

7. Referências

- Abt, C.C. (1970) *Serious Games*. New York City (NY, USA): Viking Press. Versão reimpressa - 1987. University Press of America, Inc.
- Andrade, F. R. H., Marques, L. B., Bittencourt, I. I and Isotani, S. (2016). QPJ-BR: Questionário para Identificação de Perfis de Jogadores para o Português-Brasileiro. V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016). Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2016).
- Anjos, G. C. B.; Nóbrega A. L. and Maribondo J.F. (2005) Ergonomia na educação: contribuições ergonômicas para a melhoria do processo educacional. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, XXXIII, Campina Grande.
- Bittencourt, I. I., Isotani, S., Wanick, V. and Ranchhod, A. (30 jun 2018) Flow experience in learning: when gamification meets artificial intelligence in education. [C. P. Rosé, R. Martínez-Maldonado, H. U. Hoppe, et al., Eds.]In *Artificial Intelligence in Education: AIED 2018*. Springer International Publishing AG. <https://eprints.soton.ac.uk/421722/>, [accessed on Jun 22].
- Bohr, P. C. (2000) Efficacy of Office Ergonomics Education. *Journal of Occupational Rehabilitation*, v. 10, n. 4.
- Boucenna, S., Delaherche, E., Chetouani, M. and Gaussier, P. (nov 2012) Learning postures through an imitation game between a human and a robot. In 2012 IEEE International Conference on Development and Learning and Epigenetic Robotics (ICDL).
- Bozkurt, A. and Durak, G. (2018) A Systematic Review of Gamification Research: In Pursuit of Homo Ludens. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, v. 8, n. 3, p. 15-33.
- Dockrell, S., Fallon, E., Kelly, M. and Galvin, R. (17 mar 2009) Sources and nature of secondary school teachers' education in computer-related ergonomics. *Computer & Education*, v. 53, p. 504-510.
- Dockrell, S., Fallon, E., Kelly, M., Masterson, B. and Shields, N. (1 oct 2007) School children's use of computers and teachers' education in computer ergonomics. *Ergonomics*, v. 50, n. 10, p. 1657-1667.
- Drengner, J., Jahn, S. and Furchheim, P. (1 jan 2018) Flow revisited: process conceptualization and a novel application to service contexts. *Journal of Service Management*, v. 29, n. 4, p. 703-734.
- Green, R.A. and Briggs, C.A. (1989) Effect of overuse injury and the importance of training on the use of adjustable workstations by keyboard operators. *J. Occup. Med.* 31 (6), p. 557-562.
- Haslam, RA. (2002) Targeting ergonomics interventions – learning from health promotion. *Applied Ergonomics*, 33(3), p. 241-249.
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *EDUCAUSE Review*, <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remoteteachingand-online-learning>, December.
- Kapp, K. M. (2012) The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for

training and education. San Francisco, CA: Pfeiffer.

Kiili, K., De Freitas, S., Arnab, S. and Lainema, T. (1 jan 2012) The Design Principles for Flow Experience in Educational Games. *Procedia Computer Science*, 4th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications(VS-GAMES'12). v. 15, p. 78-91.

Lanzotti, A., Vanacore, A. and Tarallo, A. (3 mar 2020) Interactive tools for safety 4.0: virtual ergonomics and serious games in real working contexts. *Ergonomics*, v. 63, n. 3, p. 324-333.

Lucchesi, I. L. (2019) Avaliação do estado de interesse e do estado de fluxo por meio de jogos digitais educacionais no ensino da matemática.

Nakamura, J. and Csikszentmihalyi, M. (2009) Flow theory and research. *Handbook of positive psychology*, p. 195-206.

Oliveira, T. and Wanick, V. (30 aug 2018) Desdobrando o conceito de engajamento: revisão bibliográfica sobre seus aspectos comportamentais, emocionais e cognitivos. *Lumina*, v. 12, n. 2, p. 150-171.

Paravizo E. and Braatz D. (15 jan 2019) Using a game engine for simulation in ergonomics analysis, design and education: An exploratory study. *Applied Ergonomics*, v. 77, p. 22-28.

Pimentel, Mariano; Filippo, Denise; Santoro, Flávia Maria. Design Science Research: fazendo pesquisas científicas rigorosas atreladas ao desenvolvimento de artefatos computacionais projetados para a educação. In: Jaques, Patrícia Augustin; Pimentel, Mariano; Siqueira, Sean; Bittencourt, Ig. (Org.) *Metodologia de Pesquisa Científica em Informática na Educação: Concepção de Pesquisa*. Porto Alegre: SBC, 2020. (Série Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação, v.1. Disponível em: <<https://metodologia.ceie-br.org/livro-1/>>.

Robertson M.M., Huang Y., O'Neill M. J. and Schleifer L. M. (2008) Flexible workspace design and ergonomics training: Impacts on the psychosocial work environment, musculoskeletal health, and work effectiveness among knowledge workers. *Applied Ergonomics*, v. 39, p. 482-494.

Robertson, M., Amick III, B. C., DeRango K., Rooney T., Bazzani L., Harrist R. and Moore A. (21 dec 2007) The effects of an office ergonomics training and chair intervention on worker knowledge, behavior and musculoskeletal risk. *Applied Ergonomics*, v. 40, p. 124-135.

Rodrigues, M. A. F., Macedo, D. V., Pontes, H. P., Serpa, Yvens R. and Serpa, Ygor R. (may 2016) A serious game to improve posture and spinal health while having fun. In 2016 IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH).

Rodrigues, M. A. F., Serpa, Y. R., Macedo, D. V. and Sousa, E. S. (1 dec 2018) A serious game to practice stretches and exercises for a correct and healthy posture. *Entertainment Computing*, v. 28, p. 78-88.

Sailer, M. and Homner, L. (1 mar 2020) The Gamification of Learning: a Meta-analysis. *Educational Psychology Review*, v. 32, n. 1, p. 77-112.

Shernoff D.J., Kelly S., Tonks S. M., Anderson B., Cavanagh R. F., Sinha S. and Abdi B. (9 jan 2016) Student engagement as a function of environmental complexity in high school classrooms. *Learning and Struction*, v. 43, p. 52-60.

Souza, K. R., Rozemberg B., Kelly-Santos A., Yasuda N. and Sharapin M. (2003) O desenvolvimento compartilhado de impressos como estratégia de educação em saúde junto a trabalhadores de escolas da rede pública do Estado do Rio de Janeiro. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 19(2), p. 495-504.

Souza, V. N. R. E, Bruscatto, U. M., Pizzato, G. Z. de A. and Jacques, J. J. De (2018) Experiência de fluxo em ambiente de ensino gamificado. *Educação Gráfica*, Brasil, Bauru. ISSN 2179-7374. v. 22, n.3. Dezembro de 2018., p. 91-110.

Tolomei, B. V. (2017) A gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação. *EAD em foco*, v. 7, n. 2.

World Health Organization (2020). Coronavirus. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>, December.