



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA**

**RAFAEL LUIZ FERREIRA ELEUTHÉRIO**

**CONSTRUÇÃO E RESOLUÇÃO DE CAMPO MINADO: UM ESTUDO DE  
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA ENVOLVENDO LÓGICA E TOMADA DE  
DECISÃO**

**Porto Alegre  
2024**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

RAFAEL LUIZ FERREIRA ELEUTHÉRIO

**CONSTRUÇÃO E RESOLUÇÃO DE CAMPO MINADO: UM ESTUDO DE  
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA ENVOLVENDO LÓGICA E TOMADA DE  
DECISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso da Graduação  
em Licenciatura em Matemática da UFRGS  
apresentado como parte dos requisitos para  
aprovação na disciplina Pesquisa em Educação  
Matemática.

Curso: Licenciatura em Matemática - Noturno.  
Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marilaine de Fraga  
Sant'Ana

**Porto Alegre  
2024**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

RAFAEL LUIZ FERREIRA ELEUTHÉRIO

**CONSTRUÇÃO E RESOLUÇÃO DE CAMPO MINADO: UM ESTUDO DE  
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA ENVOLVENDO LÓGICA E TOMADA DE  
DECISÃO**

Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marilaine de Fraga Sant'Ana (Orientadora)  
Instituto de Matemática e Estatística - UFRGS

---

Prof. Dr. Alvino Alves Sant'Ana  
Instituto de Matemática e Estatística - UFRGS

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andréia Dalcin  
Faculdade de Educação - UFRGS

## AGRADECIMENTOS

Com grande satisfação, reservo as primeiras páginas deste trabalho em homenagem a algumas pessoas, as quais tiveram impacto fundamental na minha trajetória acadêmica como professor e pesquisador na área da Licenciatura em Educação Matemática. Em especial, eu gostaria de agradecer:

À minha mãe, grande artesã, **Raquel Kern Ferreira**, pelo carinho e apoio gigantesco durante toda a minha trajetória. Pela sua disposição em testar as ideias desta pesquisa ainda na fase de projeto, sua contribuição fez diferença principalmente no meu planejamento para a parte experimental. Eu te amo muito mãe, obrigado por tudo!

Ao meu pai, **Gelson Luiz Eleuthério**, por ter me ensinado a ser persistente logo quando eu ainda era apenas uma criança. Pai, você mudou muito, eu sinto muito orgulho de ti, agradeço de coração pelas virtudes que me ensinou.

Ao meu irmão mais velho, doutorando em História, **Mayquel Ferreira de Castro Eleuthério**, pelas instruções e suporte técnico durante toda a minha trajetória na UFRGS. Seus conselhos foram fundamentais na estrutura e escrita deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

Ao meu irmão mais novo, **Guilherme Ferreira Eleuthério**, por ter me ajudado em casa sempre que eu precisei e por ter cuidado da nossa mãe, Raquel Kern Ferreira. Você tem muito potencial e é com certeza o mais esperto dos três irmãos, eu te desejo muito sucesso.

Ao meu primo, **Luís Filipe Ferreira**, Programador Java, por ser a pessoa que mais soube me inquietar, levantando questões<sup>1</sup> que não eram simples de serem respondidas. Ao longo dos meus três estágios obrigatórios, suas questões me faziam sair da zona de conforto, pois uma resposta simples não era suficiente, apenas o ato da pesquisa passou a ser o elemento-chave para respondê-lo, desta forma, evolui significativamente enquanto pesquisador.

Às minhas duas cunhadas **Martha Izabel Di Franco Machado**, graduada em Jornalismo, e **Dáley Azevedo de Castro Eleuthério**, mestranda em Direito, pelas conversas e sugestões envolvendo: prática, escrita e formatação adequada. Suas contribuições foram fundamentais quando esta pesquisa ainda estava na fase de projeto pré TCC.

---

<sup>1</sup> O que ensinar? Como? Para quê? Por quê?

Aos meus colegas **Alecsander Lançanova dos Santos** e **Rodrigo Gomes de Oliveira Fernandez**, pelas ótimas sugestões quanto ao referencial teórico desta pesquisa, pela união em muitas disciplinas ao longo do curso de Licenciatura Matemática. Além das contribuições acadêmicas, suas companhias se tornaram especiais, dois amigos que me fizeram enxergar a UFRGS como um lar.

À minha colega **Luiza Schwambach**, por me evoluir enquanto cidadão crítico, por me mostrar que, mesmo dentro da UFRGS, o direito e o respeito às mulheres ainda têm muito o que ser discutido. Trata-se de uma discussão que nos tira da zona de conforto, é repensarmos a nossa própria educação. Acredito que este problema nos demande virtude<sup>2</sup> e movimento, sem jamais desconsiderar nossa história.

À minha colega **Juliana Cristine Canei Pires**, por ajustar a minha postura enquanto professor e pesquisador, por combater algumas das minhas manias que dificultavam o meu próprio desenvolvimento na fase dos estágios. Suas contribuições também foram fundamentais na fase de projeto desta pesquisa, enquanto eu ensaiava maneiras de me descentralizar em sala de aula.

À minha Orientadora, professora e doutora **Marilaine de Fraga Sant'Ana**, por me dar a oportunidade de concluir o curso, trabalhando com um dos conteúdos que mais tive prazer. Enquanto eu era seu aluno, em Combinatória I do semestre 2020/2, fiquei surpreendido com sua didática humilde e simples. A leveza desta professora com a disciplina me levou à dedicação, foi um grande prazer trabalhar nesta disciplina.

Aos professores da UFRGS, responsáveis pela minha formação. Em especial, ao professor **Luís Emílio Além**, por me ensinar a pesquisar com a matemática avançada do Cálculo Diferencial. Também agradeço ao professor **Marcus Vinícius Castegnaro**, por me fazer vencer o medo da Física e me mostrar que existem muitos outros assuntos além dos que normalmente são apresentados no Ensino Médio, como Campo Elétrico e Campo Magnético.

Às professoras **Aline Lyra Lemos** e **Vanessa Gloor Scheid** e à equipe da direção da Escola Estadual de Ensino Médio Baltazar de Oliveira Garcia, pela receptividade dos meus estágios e da proposta pré TCC. Agradeço também aos alunos da turma **C2** desta mesma escola, pela contribuição, pelo esforço e pela paciência durante toda a fase experimental do projeto pré TCC.

---

<sup>2</sup> De acordo com Aristóteles, é uma disposição para se fazer o bem, que se aperfeiçoa com o hábito.

A toda equipe do Centro de Biotecnologia da UFRGS, por terem me acompanhado na UFRGS por cerca de três anos. Agradeço por cada um dos integrantes desta equipe incrível terem tido paciência comigo, desejo-lhes muito sucesso. Agradeço em especial **Fátima Liseane Avila Margarites**, pela proteção, pelos seus conselhos ao longo dos meus estágios e por me conceder a oportunidade e renovação contínua da bolsa PRAE, este local de trabalho auxiliou e muito para a escrita desta pesquisa.

À minha irmã de coração **Kelcileine Ariani Soares Pires**, pela companhia, suporte e apoio emocional. Seu suporte foi vital para a minha formação, não foram poucas as vezes em que eu pensei desistir deste curso, por esta razão, agradeço por me reerguer e me acompanhar até o fim desta graduação.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta pesquisa.

Aos leitores desta pesquisa. Desejo-lhes uma ótima leitura. Obrigado!

*Para a tia Janja,  
em memória.*

*Hoy, mi playa se viste de amargura, oh  
Porque tu barca tiene que partir  
A cruzar otros mares de locura  
Cuida que no naufrague en tu vivir*

*Luis Miguel*

## RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) explora a aplicação virtual e física do jogo Minesweeper para alunos do Ensino Médio. Este trabalho tem como objetivo principal a construção e resolução de Campos Minados físicos como ferramenta pedagógica para o ensino de Probabilidade. Com o objetivo central destacado, apresentamos a questão norteadora: “Quais são os principais desafios enfrentados por estudantes de Ensino Médio na construção e resolução de Campos Minados físicos?”. Apresentamos também dois objetivos secundários como tópicos de aprofundamento matemático: o estudo de perspectivas geométricas e o estudo de dilemas matemáticos acerca do jogo Campo Minado. Para atingir o objetivo principal desta pesquisa, foi realizado um único encontro na sala de provas do SAERS, localizada na Escola Estadual de Ensino Médio Baltazar de Oliveira Garcia. Quanto à realização dos objetivos secundários, foram analisados, em específico, os trabalhos de Kaye (2023) e Viensci (2009). A base metodológica desta pesquisa, na tendência de jogos, segue a linha experimental e descritiva, amparada em Fiorentini e Lorenzato (2006). A análise teórica quanto à descrição das atividades é feita à luz de Grandó (2000), Muniz (2022) e Silva e Kodama (2004). Quanto à perspectiva filosófica adotada nesta pesquisa, são articulados autores como Larrosa (2002) e Skovsmose (2007) para dialogar acerca das experiências vividas e decisões tomadas pelos estudantes diante da proposta. Esta pesquisa busca, apresentar aos leitores e leitoras um trabalho voltado à conversão do jogo virtual Campo Minado para uma (nova) versão física. Por fim, com base no relatório experimental desta pesquisa, buscamos destacar principalmente as dificuldades vividas pelos estudantes e agregar as recomendações acerca das atividades realizadas.

**Palavras-Chave:** Campo Minado. Jogo. Lógica. Montagem. Probabilidade.

## ABSTRACT

This undergraduate thesis explores the virtual and physical application of the game Minesweeper for secondary school students. The main objective of this research is to build and solve physical minefields as a pedagogical tool for teaching probability. Having highlighted the central objective, we present the guiding question: "What are the main challenges faced by high school students when constructing and solving physical Minefields?". We also presented two secondary objectives as topics for further mathematical study: the study of geometric perspectives and the study of mathematical dilemmas about the game Minesweeper. As a secondary objective, we also sought to study the different geometric perspectives for a Minesweeper, as well as the study of mathematical dilemmas. In order to achieve the main objective of this research, a single meeting was held in the SAERS testing room, located in the Baltazar de Oliveira Garcia State High School. As for the secondary objectives, the works of Kaye (2023) and Viensci (2009) were specifically analyzed. The methodological basis of this research, in the games trend, follows the experimental and descriptive line, supported by Fiorentini and Lorenzato (2006). The theoretical analysis of the description of the activities is based on Grando (2000), Muniz (2022) and Silva and Kodama (2004). As for the philosophical perspective adopted in this research, authors such as Larrosa (2002) and Skovsmose (2007) are used to discuss the experiences and decisions made by the students in relation to the proposal. This research aims to present readers with a project aimed at converting the virtual game Minesweeper into a (new) physical version. Finally, based on the experimental report of this research, we seek to highlight mainly the difficulties experienced by the students and add recommendations about the activities carried out.

**Keywords:** Minesweeper. Game. Logic. Mouting. Probability.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Campo Minado Triangular.....	15
<b>Figura 2:</b> Campo Minado Hexagonal .....	15
<b>Figura 3:</b> Campo Minado 3D.....	15
<b>Figura 4:</b> Poliamondes, Poliminós e Polihexes .....	16
<b>Figura 5:</b> Lacuna, Sobreposição .....	16
<b>Figura 6:</b> Casa A.....	25
<b>Figura 7:</b> Primeiro Lance.....	26
<b>Figura 8:</b> Dilema Simples .....	26
<b>Figura 9:</b> Dilema Sucessivo.....	27
<b>Figura 10:</b> Dilemas Distintos.....	28
<b>Figura 11:</b> Caixa de Pandora .....	29
<b>Figura 12:</b> Construção I.....	31
<b>Figura 13:</b> Construção II.....	32
<b>Figura 14:</b> Construção III .....	32
<b>Figura 15:</b> Posicionando Números I.....	33
<b>Figura 16:</b> Posicionando Números II.....	33
<b>Figura 17:</b> Campo Minado não Retangular .....	34
<b>Figura 18:</b> Organização .....	36
<b>Figura 19:</b> Chromebooks .....	37
<b>Figura 20:</b> Posição Falsa.....	39
<b>Figura 21:</b> Alunas AL e JC.....	40
<b>Figura 22:</b> Aluna JC.....	40
<b>Figura 23:</b> Aluno DK.....	41
<b>Figura 24:</b> Aluno V.....	41
<b>Figura 25:</b> Aluno J em 13 Segundos.....	42
<b>Figura 26:</b> Aluno J - Zoom.....	42
<b>Figura 27:</b> Aluno V intermediário .....	42
<b>Figura 28:</b> Confeção Aluno DK.....	44
<b>Figura 29:</b> Confeção Alunas AR e RA .....	44
<b>Figura 30:</b> Planejamento Aluna JC.....	45

<b>Figura 31:</b> Inconsistência Lógica.....	45
<b>Figura 32:</b> Construção Aluno V .....	46
<b>Figura 33:</b> Tentativa Aluna KA.....	47
<b>Figura 34:</b> Tentativa Aluno J.....	48

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>1 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS .....</b>	<b>14</b>
1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	14
<b>2 METODOLOGIA DE PESQUISA .....</b>	<b>20</b>
2.1 CONTEXTO DA PESQUISA .....	20
2.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA .....	21
<b>3 MINESWEEPER COMO PROPOSTA PARA O ENSINO.....</b>	<b>24</b>
3.1 MINESWEEPER - CAMPO MINADO VIRTUAL.....	24
<b>4 CAMPO MINADO FÍSICO .....</b>	<b>29</b>
4.1 CAIXA DE PANDORA .....	29
4.1 CONSTRUÇÃO DE UM CAMPO MINADO .....	30
<b>5 RELATÓRIO DAS ATIVIDADES.....</b>	<b>36</b>
5.1 MATERIAIS E ORGANIZAÇÃO .....	36
5.1.1 Primeiro Momento - Instruções e Jogo pelo Jogo.....	37
5.1.2 Segundo Momento - Planejamento e Construção .....	43
5.1.3 Terceiro Momento - Desafios e Sugestões.....	46
<b>6 ANÁLISE DA PRÁTICA .....</b>	<b>51</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO (MAIOR) .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO (MENOR).....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO C - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE IMAGEM E SOM (MAIOR) ....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXO D - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE IMAGEM E SOM (MENOR) ...</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO E - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO F - CARTA DE COMPROMISSO COM A DIREÇÃO ESCOLAR .....</b>	<b>67</b>

## INTRODUÇÃO

Desde criança, ainda na fase da internet discada, era normal a rede ficar indisponível durante um tempo chuvoso. Por falta de opções, preferia jogar Minesweeper<sup>3</sup> em vez de Paciência ou outros jogos pré-instalados no computador. As regras deste jogo se tornaram cada vez mais familiares com o tempo, porém, depois que outros jogos mais modernos tomaram destaque, Minesweeper acabou sendo esquecido por anos. Porém, após o ingresso à UFRGS e a inscrição nas cadeiras de estágio, a vontade em explorá-lo como ferramenta pedagógica surgiu. Foi a oportunidade para iniciar o aprofundamento sobre as noções matemáticas envolvidas no jogo.

No projeto anterior àquele que originou este estudo, buscou-se realizar uma pesquisa que trabalhasse a programação de um Campo Minado, porém, a desmotivação surgiu com a necessidade de aprender a programação do zero e por conta. Com a falta de tempo e dadas as inúmeras dificuldades na programação, surgiu a seguinte pergunta: “Mas será que é possível representar este jogo fisicamente? Como seria isso? E se?”. Trata-se da velha mania do pesquisador em procurar objetos físicos para compreender um fenômeno matemático. Foi então que a ideia de concretizar o Campo Minado surgiu.

A inserção de atividades lúdicas no contexto educacional tem se mostrado uma abordagem promissora para tornar o processo de aprendizagem mais envolvente e significativo ao estudante. Nesse sentido, o jogo do Campo Minado, tradicionalmente conhecido em sua versão virtual como Minesweeper, emerge como uma oportunidade a ser explorada no ensino de conceitos matemáticos. Esta pesquisa propõe a investigação virtual e física do jogo Campo Minado como ferramenta pedagógica para o Ensino de Probabilidade, neste caso focada principalmente para alunos do Ensino Médio.

Diante da crescente demanda na sociedade contemporânea pelo desenvolvimento de competências, como resolução de problemas, imaginação e criatividade, os jogos surgem como um instrumento capaz de estimular tais habilidades. Nesse contexto, o referencial teórico surge com o papel em fundamentar a proposta, articulando as perspectivas filosóficas de Larrosa (2002) e Skovsmose (2007) e os aprofundamentos matemáticos de Kaye (2023), Lucas e Fioreze (2020). Além disso, professores e doutores como Grando (2000), Muniz (2022), Silva e Kodama (2004) serão mencionados como sustentáculos quanto a importância pedagógica dos jogos para esta

---

<sup>3</sup> Traduzido para o português como Campo Minado, é um jogo de computador popular para um jogador.

proposta. Desta forma, como a presente pesquisa está focada na tendência dos jogos, destacamos a temática de estudo que melhor enquadra a presente pesquisa: “Perspectivas Educacionais Contemporâneas e Educação Matemática”.

Feita a apresentação inicial da proposta, ressaltamos agora o motivo pelo qual a proposta se torna relevante, tanto em contexto escolar quanto em contexto acadêmico. Esta é uma proposta que convida o estudante ou leitor a iniciar com as noções de probabilidade por meio da manipulação virtual e física do jogo Campo Minado. Porém, este jogo é comum de ser encontrado somente no modo virtual, na qual, o jogador só tem a liberdade em alterar o nível de dificuldade e o tamanho da grade a ser jogada.

Por esta razão, na mudança do jogo virtual para sua versão física, propomos que a montagem de um campo minado seja feita antes da sua própria resolução, ao contrário do que é proposto pelo seu modelo virtual. A montagem física deste jogo pode mobilizar novos pensamentos matemáticos para o contexto escolar e acadêmico, estimulando novas abordagens nas áreas da matemática referentes a Probabilidade e Combinatória. Esta proposta pode incentivar a criatividade dos participantes, dada a liberdade para o planejamento e montagem de jogos. Mas como fazer esta montagem? Será que a montagem de um Campo Minado só é possível com base na linguagem de programação?

Esta proposta visa motivar os alunos a analisarem seus próprios jogos com um olhar mais rigoroso, verificando a consistência lógica antes mesmo de proporem que outro colega os resolva. É importante destacarmos também o exercício constante dos participantes: na tomada de decisão, no ato da experiência, no levantamento de conjecturas e hipóteses, no raciocínio aos conectivos lógicos “se, então”. Além disso, o Campo Minado também possibilita o surgimento de dilemas matemáticos como desafio para a resolução de problemas (Stewart, 2000).

Esta pesquisa tem como objetivo principal investigar a aplicação virtual e física do jogo Campo Minado em contexto escolar, com foco em alunos de Ensino Médio. No que diz respeito aos objetivos específicos deste estudo, almejamos proporcionar aos estudantes atividades dinâmicas voltadas para a construção e resolução de campos minados. Para isto, desejamos convidar os alunos a experimentar o jogo, apropriando-se do uso de conectivos lógicos “se, então” como ferramenta principal para a tomada de decisões. Por meio de uma abordagem experimental, esta proposta também visa o desenvolvimento de habilidades que envolvem o estudo de probabilidade.

Dados os objetivos iniciais desta pesquisa, apresentamos a seguinte pergunta diretriz: “Quais são os principais desafios e aprendizados vividos por estudantes de

Ensino Médio na construção e resolução de Campos Minados físicos?”. Com esta pergunta, busca-se explorar primeiro o Campo Minado na sua primeira versão (a forma clássica e virtual de Minesweeper), para que seja possível aos estudantes apropriarem das regras básicas de jogo antes das construções físicas.

Apresentamos, também, dois objetivos secundários nesta pesquisa. No primeiro, buscamos explorar o estudo das P-famílias, que fundamentam a geometria presente no jogo Campo Minado. No segundo, desejamos estudar dilemas matemáticos como tópico de aprofundamento matemático, que envolve o estudo de probabilidades.

## 1 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Apresentados os objetivos, vejamos agora as referências e autores que fundamentaram a construção desta pesquisa. Para embasar a discussão teórica, foi elaborada uma revisão de trabalhos acadêmicos, incluindo artigos, Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs) e fontes online. Com esta revisão, exploramos aspectos que abrangem desde o contexto histórico do jogo Campo Minado até o seu aprofundamento matemático, além das filosofias que moldaram a metodologia empregada na pesquisa.

### 1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

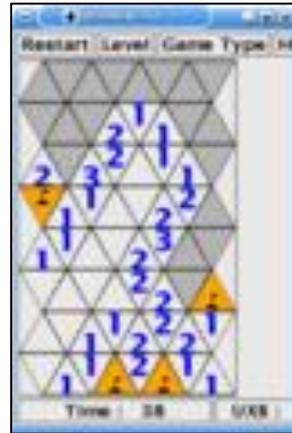
Para a escrita deste trabalho, recorreremos a diversos trabalhos de natureza acadêmica. A busca por essas fontes foi realizada por meio das plataformas Lume e Google Acadêmico, onde foram encontradas algumas das leituras essenciais para embasar o estudo, como a tese de doutorado de Grando (2000)<sup>4</sup> e o artigo acadêmico de Muniz (2022)<sup>5</sup>. Outra plataforma que se mostrou relevante para a pesquisa histórica do jogo Minesweeper, foi o minesweepergame.com, na seção "History". Nesse site, foram encontradas informações cruciais sobre os principais responsáveis pela criação da primeira versão deste jogo, destacando-se Curt Johnson e Robert Donner.

Dentre os trabalhos utilizados para o aprofundamento matemático, destacam-se os estudos de Kaye (2023), localizados na página virtual intitulada *Minesweeper and NP-completeness*. Não obstante, outro trabalho também se mostrou muito interessante, acerca das maneiras de se trabalhar um Campo Minado em outros formatos regulares. Trata-se do TCC intitulado *Campo Minado Inteligente*, de Rafael Viensci (2009), que propõe trabalharmos o jogo em outros formatos geométricos, por exemplo: 2D com casas triangulares, 2D com casas hexagonais e 3D com casas cúbicas (Figuras 1, 2 e 3).

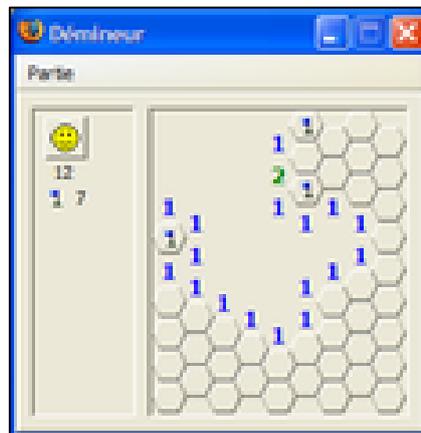
---

<sup>4</sup> Intitulada *O Conhecimento Matemático e o Uso de Jogos na Sala de Aula*.

<sup>5</sup> Intitulado *O Professor e a Autoria de Jogos como Recursos Pedagógicos para a Aprendizagem Matemática*.

**Figura 1:** Campo Minado Triangular

Fonte: VIENSCI, 2009.

**Figura 2:** Campo Minado Hexagonal

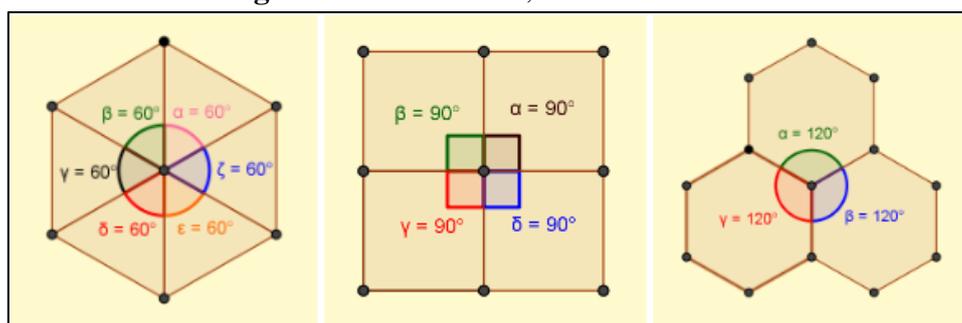
Fonte: VIENSCI, 2009.

**Figura 3:** Campo Minado 3D

Fonte: VIENSCI, 2009.

Os campos minados de casas triangulares e hexagonais das figuras acima, fazem muitos paralelos com o artigo<sup>6</sup> trabalhado pelas professoras Lucas e Fioreze (2020) e com o artigo<sup>7</sup> do autor desta pesquisa em conjunto com Rochele Nunes, ambos referente às P-famílias. A ideia que está por trás das variações “encaixantes” do campo minado 2D de outros formatos é feita de modo que a soma dos ângulos internos sob qualquer vértice escolhido seja de exatamente  $360^\circ$ . Abaixo, estão dispostas as três possibilidades encaixantes (Figura 4):

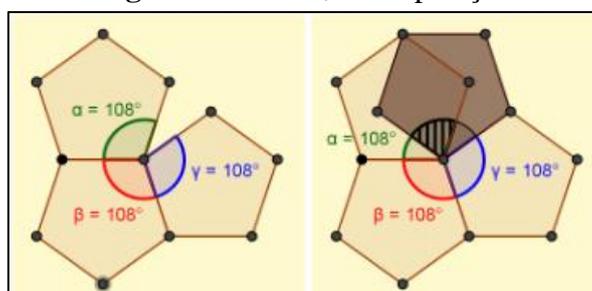
**Figura 4:** Poliamondes, Poliminós e Polihexes



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

Isso nos mostra que a configuração do Campo Minado em outros formatos geométricos é possível, basta aplicar as mesmas condições (regras) do clássico Minesweeper, que envolvem o raciocínio combinatório e probabilístico. Vejamos como podemos justapor polígonos regulares por justaposição, utilizando, por exemplo, pentágonos justapostos (Figura 5):

**Figura 5:** Lacuna, Sobreposição



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

<sup>6</sup> Artigo intitulado *Poliminós no Ensino de Matemática do Sexto Ano: Uma Experiência Baseada na Investigação*.

<sup>7</sup> Artigo ainda não publicado, intitulado *Como as Atividades com Poliminós podem contribuir para uma Aula Significativa*.

Do ponto de vista geométrico na Figura 5, a sobreposição viola uma regra fundamental no Campo Minado, pela qual uma casa (ou parte dela) não pode ser outra casa ao mesmo tempo. Porém, analisando o caso em que sobram lacunas, mesmo que a soma dos ângulos internos não feche  $360^\circ$  em qualquer que seja o vértice escolhido, as regras para a configuração de um Campo Minado são aplicáveis, ou seja, basta evitar a sobreposição das casas para que seja possível uma configuração.

Além dos trabalhos puramente matemáticos que inspiraram esta pesquisa, outros dois trabalhos em perspectiva filosófica também foram lidos, sugeridos, inclusive, pelos professores Leandra Anversa Fioreze<sup>8</sup> e Rodrigo Dalla Vecchia<sup>9</sup>:

O primeiro dos trabalhos é *Educação Crítica: incerteza, matemática, responsabilidade*, de Skovsmose (2007), uma abordagem que nos leva a mergulhar na esfera filosófica que busca compreender como a matemática pode ser essencial para a formação do pensamento crítico e decisivo do aluno diante dos desafios apresentados pelo objeto de estudo. Nesse sentido, a visão valiosa para a compreensão do impacto potencial dos jogos, como o Campo Minado, é vista não apenas pelo conhecimento matemático, mas também pelo desenvolvimento de habilidades analíticas e na capacidade de enfrentar situações desafiadoras com confiança e responsabilidade antes da tomada de decisão (Skovsmose, 2007).

O segundo trabalho a ser analisado é *Notas sobre a experiência e o saber de experiência*, de Larrosa (2002) em que se trabalha o ato do experienciar pelo estudante. O autor distingue saberes que constituem a aprendizagem. Este artigo nos levou a questionar sobre como despertar ou motivar os estudantes a experienciarem o jogo Minesweeper em sua forma física. Isso nos permite realizar um bom gancho sobre a experiência trabalhada por Larrosa. Posto que não se pode antecipar o resultado, a experiência não é o caminho até o objeto previsto, até uma meta que se conhece de antemão, mas é uma abertura para o desconhecido, para o que não se pode antecipar nem “pré-ver”, nem “pré-dizer” (Larrosa, 2002). Isso dá margem de raciocínio sobre o intermédio de uma investigação, ou seja, não se trata de um caminho linear em direção a um destino claro, mas por quais caminhos somos levados a descobrir.

---

<sup>8</sup> Enquanto era minha professora na cadeira de Educação Matemática e Docência III, turma A, semestre 2021/1.

<sup>9</sup> Enquanto era meu professor na cadeira de Laboratório de Prática de Ensino-Aprendizagem em Matemática III, turma U, semestre 2022/2.

[...] fazer uma experiência com algo significa que algo nos acontece, nos alcança; que se apodera de nós, que nos tomba e nos transforma. Quando falamos em “fazer” uma experiência, isso não significa precisamente que nós a façamos acontecer, “fazer” significa aqui: sofrer, padecer, tomar o que nos alcança receptivamente, aceitar, à medida que nos submetemos a algo. Fazer uma experiência quer dizer, portanto, deixar-nos abordar em nós próprios pelo que nos interpela, entrando e submetendo-nos a isso. Podemos ser assim transformados por tais experiências, de um dia para o outro ou no transcurso do tempo (Larrosa, 2002, p. 25).

Em relação aos princípios filosóficos adotados nesta pesquisa, a perspectiva do professor em estimular no aluno o ato da experiência e a tomada de decisão em contexto escolar, nos leva a discutir sobre os autores que defendem a tendência de jogos. Na perspectiva de integrar práticas educacionais inovadoras, exploramos a aplicação do jogo Campo Minado como uma ferramenta pedagógica potencial. Antes de adentrarmos na análise específica do jogo, é fundamental destacar a visão de Grando (2000) sobre o papel da escola. A autora ressalta a importância em resgatar as explorações e investigações no processo de contato do aluno com a sua realidade:

A busca por um ensino que considere o aluno como sujeito do processo, que seja significativo para o aluno, que lhe proporcione um ambiente favorável à imaginação, à criação, à reflexão, enfim, à construção e que lhe possibilite um prazer em aprender, não pelo utilitarismo, mas pela investigação, ação e participação coletiva de um "todo" que constitui uma sociedade crítica e atuante, leva-nos a propor a inserção do jogo no ambiente educacional, de forma a conferir a esse ensino espaços lúdicos de aprendizagem (Grando, 2000, p. 15).

Além disso, com o uso do jogo como ferramenta pedagógica, podemos destacá-lo como espaço psicológico de produção, proposição, resolução e socialização de processos resolutivos de problemas matemáticos (Grando, 2000). Observamos que os jogadores não apenas aplicam conceitos, mas também elaboram e propõem desafios uns aos outros. A relação entre os problemas propostos e recebidos em um jogo evidencia a complexidade cognitiva envolvida na construção de cenários de situações-problema (Muniz, 2022). Estas observações fazem ligação direta com o tema de pesquisa envolvendo Campo Minado, uma vez que:

O jogo é aqui pensado e proposto como recurso pedagógico, mas não como panaceia em si, e sim como proposta de ação ao aluno, deve, enquanto recurso, desafiar, motivar, favorecer o engajamento, fazer pensar, levantar hipóteses, elaborar, testar estratégias, comunicar,

argumentar e validar ações e resultados. Todas estas ações são fundamentais para a concretização da aprendizagem matemática (Muniz, 2022, p. 17).

É interessante pensarmos que alguns jogos também possibilitam que a interação dos alunos possa ser feita em grupo. Esse foi o caso do Campo Minado em que vários estudantes analisando situações-problema<sup>10</sup> com um objetivo comum: vencer os jogos. Neste contexto colaborativo, a diversidade de estratégias pode enriquecer a própria experiência entre os estudantes. Silva e Kodama (2004) acrescentam:

[...] a participação em jogos de grupo permite conquista cognitiva, emocional, moral e social para o estudante, uma vez que poderão agir como produtores de seu conhecimento, tomando decisões e resolvendo problemas, o que consiste em um estímulo para o desenvolvimento da competência matemática e a formação de verdadeiros cidadãos (Silva; Kodama, 2004, p. 3).

Desta forma, é possível organizarmos o referencial teórico desta pesquisa em três grupos, responsáveis pelo(a): aprofundamento matemático; perspectiva filosófica; tendência de jogos. Com o suporte teórico da pesquisa desenvolvida, podemos dar o passo seguinte, que se trata da elaboração metodológica da parte experimental.

---

<sup>10</sup> Como por exemplo, um dilema, o qual será mais bem explicado no Capítulo 3.

## 2 METODOLOGIA DE PESQUISA

Com o término das considerações teóricas, objetivamos neste momento, qualificar esta pesquisa, bem como apresentar a postura metodológica adotada acerca das atividades desenvolvidas no Capítulo 5. Com o intuito de aprimorar a compreensão desta pesquisa, a metodologia de pesquisa está dividida em: primeira seção, Contexto da Pesquisa, que descreve as informações básicas da escola envolvida e o cronograma completo da pesquisa; e segunda seção, Abordagem Metodológica, que visa detalhar os motivos que inspiraram a metodologia adotada nesta pesquisa.

### 2.1 CONTEXTO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi aplicada na Escola Estadual de Ensino Médio Baltazar de Oliveira Garcia<sup>11</sup>, em uma turma<sup>12</sup> do primeiro ano do Ensino Médio, com vinte<sup>13</sup> alunos matriculados. O autor desta pesquisa aproveitou a sua matrícula em Estágio de Docência em Educação Matemática III, turma B (2023/2), ministrada pela professora Andréia Dalcin, para realizar a parte experimental desta pesquisa. Como o conteúdo matemático envolvido no jogo Campo Minado envolve o estudo de probabilidades, imaginamos que esta seria uma boa oportunidade para trabalhar este conteúdo exigido pelo Referencial Curricular Gaúcho:

Em relação à proposição de itinerários formativos vinculados à área da Matemática e suas Tecnologias, conforme previsto na Resolução CNE/CEB nº. 3/2018, pretende-se que o estudante, ao optar por esses, vivencie o aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos matemáticos em contextos sociais e de trabalho, estruturando arranjos curriculares que permitam estudos em resolução de problemas e análises complexas, funcionais e não-lineares, análise de dados estatísticos e probabilidade, geometria e topologia, robótica, automação, inteligência artificial, programação, jogos digitais, sistemas dinâmicos, dentre outros, considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino (Rio Grande do Sul, 2018, p. 9).

---

<sup>11</sup> Carinhosamente apelidada de BOG.

<sup>12</sup> A qual chamaremos anonimamente de C2.

<sup>13</sup> Dos quais nove alunos participaram da parte experimental, após a entrega do Termo de Consentimento Informado (Anexo A e Anexo B) e do Termo de Autorização de Imagem e Som de Voz (Anexo C e Anexo D).

Ao final de novembro, com a parte experimental pronta para ser aplicada, realizamos o contato prévio com a direção escolar, sobre a possibilidade da turma C2 participar da pesquisa para o TCC. Após a permissão concedida pela diretora da escola, foi possível agendar um único encontro com os estudantes. Nesta mesma ocasião, foram distribuídos os documentos necessários para os alunos participarem desta pesquisa, como: o Termo de Consentimento Informado (Anexo A e Anexo B) e o Termo de Autorização de Imagem e Som de Voz (Anexo C e Anexo D). Foram disponibilizados sete dias para o preenchimento da documentação após a sua distribuição, de modo que os pais ou responsáveis dos alunos menores de idade tivessem tempo hábil para analisar a proposta e assinar os termos necessários.

A parte experimental foi realizada na sala de provas do SAERS<sup>14</sup>, que contava com a disponibilidade de quarenta *chromebooks*. Dado que a escola não possuía um laboratório de informática, optamos por utilizar esta sala de provas para a realização do experimento prático para o TCC. Todos os aparelhos se encontravam em ótimo estado, operando rapidamente o jogo Minesweeper e com bateria durando aproximadamente oito horas em uso contínuo, segundo os relatos da coordenadoria responsável pelos aparelhos.

## 2.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Com a apresentação do local onde foi feito o experimento prático, necessitamos, neste momento, revelar a postura metodológica que foi utilizada para desenvolvê-la acerca da investigação feita sobre o fenômeno da probabilidade envolvida no jogo Campo Minado. Mas, antes de definirmos as características cruciais da metodologia, é importante definirmos a pesquisa em si, como uma pesquisa científica, conforme Fiorentini e Lorenzato, (2009):

[...] os substantivos mais presentes nelas [as pesquisas científicas] (investigação, indagação, estudo, assunto, problema, questão) bem como os verbos (descobrir, esclarecer, buscar, perseguir), e os adjetivos (metódico, rigoroso, sistemático, consistente), deixam clara a ideia de que a pesquisa é um processo de estudo que consiste na busca disciplinada/metódica de saberes ou compreensões acerca de um fenômeno, problema ou questão da realizada ou presente na literatura o qual inquieta/instiga o pesquisador perante o que se sabe ou diz a respeito (Fiorentini; Lorenzato, 2009, p. 60).

---

<sup>14</sup> Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Rio Grande do Sul.

Desta forma, além de definirmos esta pesquisa como científica, também devemos caracterizá-la como qualitativa, uma vez que a pesquisa busca incorporar uma diversidade de percepções relacionadas ao fenômeno da probabilidade em estudo. Bogdan e Biklen (1994) trazem cinco características que podem definir uma pesquisa qualitativa, são elas:

1. Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal.
2. A investigação qualitativa é descritiva.
3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos.
4. Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva.
5. O significado é de importância vira/na abordagem qualitativa.

Entre as características listadas acima, destacam-se especialmente os itens 2 e 3, pois, estes elementos foram justamente os que melhor caracterizaram esta pesquisa como sendo de natureza qualitativa. Segue abaixo o detalhamento do item 2:

2. A investigação qualitativa é descritiva. Os dados recolhidos são em forma de palavras ou imagens e não de números. Os resultados escritos da investigação contêm citações feitas com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação. Os dados incluem transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais, memorandos e outros registos oficiais (Bogdan; Biklen, 1994, p. 48).

Com base nas características de uma pesquisa qualitativa, ressaltamos que esta pesquisa visa principalmente pela observação e interpretação daqueles que experimentam o fenômeno no objeto de estudo, por esta razão, adotamos a perspectiva descritiva. Ao empregar métodos descritivos, buscamos detalhar as interações dos estudantes com o jogo, explorando elementos como estratégias, reações, dinâmica e tomada de decisão. Conforme Fiorentini e Lorenzato, (2009):

Uma pesquisa é considerada descritiva quando o pesquisador deseja descrever ou caracterizar com detalhes uma situação, um fenômeno ou um problema. Geralmente esse tipo de investigação utiliza a observação sistemática (não etnográfica) ou a aplicação de questionários

padronizados, a partir de categorias previamente definidas (Fiorentini e Lorenzato, 2009, p. 70).

Diante do fenômeno da aleatoriedade intrínseco em Minesweeper, decidimos extrair a coleta de dados por meio da modalidade experimental. O uso de fotografias e gravações de áudio, serviu como principais subsídios para a descrição dos experimentos realizados. Fiorentini e Lorenzato (2009) reforçam que uma pesquisa na modalidade experimental:

[...] é aquela modalidade de investigação na qual a coleta de dados é realizada diretamente no local em que o problema ou fenômeno acontece e pode dar-se por amostragem, entrevista, observação-participante, pesquisa-ação, aplicação de questionário, teste, entre outros (Fiorentini; Lorenzato, 2009, p. 71).

Em síntese, definimos esta pesquisa como qualitativa de acordo com Bogdan e Biklen (1994), seguindo a metodologia descritiva e experimental à luz de Fiorentini e Lorenzato (2009). Desta forma, foi possível realizar a descrição e interpretação acerca dos fenômenos experimentados pelos estudantes, tanto na versão virtual, quanto na versão física do jogo Campo Minado.

### 3 MINESWEEPER COMO PROPOSTA PARA O ENSINO

Apresentadas as teorias que fundamentam esta pesquisa, apresentamos as regras e opções de jogo que compõem Minesweeper. O objetivo neste capítulo é familiarizar o(a) leitor(a), sobre as noções introdutórias (e aprofundadas) do jogo, que envolvem possibilidades lógicas, probabilísticas e variáveis. Este capítulo é fundamental para a compreensão de todos os demais que foram produzidos nesta pesquisa. As noções envolvendo dilemas sucessivos e distintos serão tratadas como item de aprofundamento matemático em relação ao assunto, sendo, desta forma, opcionais para o contexto escolar dada a sua complexidade.

#### 3.1 MINESWEEPER - CAMPO MINADO VIRTUAL

Criado por Robert Donner<sup>15</sup> e sobre grande influência de Curt Johnson<sup>16</sup>, o primeiro Campo Minado, também conhecido como Minesweeper<sup>17</sup>, foi lançado junto ao Sistema Operacional Windows 3.1, em 1989. As origens dos procedimentos algorítmicos deste jogo já datavam desde 1960, na época dos grandes computadores mainframe (Campo-Minado, 2023).

O jogo consiste em um tabuleiro dividido em  $m$  colunas e em  $n$  linhas ( $m \times n$ ), onde estão distribuídas  $k$  bombas de acordo com o nível da dificuldade escolhido pelo jogador. Algumas das casas do tabuleiro esconderão as bombas, podendo existir no máximo uma bomba por casa. O objetivo do jogador é revelar todas as casas que não contém bombas, marcando (com bandeiras) todas aquelas casas que o jogador julgar que há bombas. Se o jogador revelar uma bomba, perderá o jogo. Caso contrário, se a casa revelada contiver um número<sup>18</sup>, este número indicará a quantidade de bombas presentes em suas casas adjacentes, como coordenadas, e isto significará progresso durante o jogo (Campo-Minado, 2023). Existem seis níveis de dificuldade em Minesweeper: iniciante, tabuleiro 9x9 com 10 bombas; intermediário, tabuleiro 16x16 com 40 bombas; avançado, tabuleiro 30x16 com 99 bombas; super-homem, tabuleiro 50x50 com 500 bombas; alienígena, tabuleiro 100x100 com 2000 bombas; personalizado, tabuleiro  $m \times n$  com  $k$  bombas.

---

<sup>15</sup> Ver: <https://minesweepergame.com/history/robert-donner.php>.

<sup>16</sup> Ver <https://minesweepergame.com/history/curt-johnson.php>.

<sup>17</sup> O jogo pode ser acessado através do site [campo-minado.com](http://campo-minado.com).

<sup>18</sup> Este número pode variar de 0 até 8.

Outra regra importante a ser destacada é a de que a todo momento, o jogador precisa estar ciente de quantas bombas ainda lhe falta marcar para o fim do jogo, como consta na Figura 6, marcado em verde. Note que, com a ausência desta informação, poderíamos depender diretamente do elemento sorte para resolver esta configuração abaixo. Mas, como na Figura 6 consta uma única bomba faltante para a conclusão do jogo, então esta última bomba só pode estar no quadrado demarcado “A”:

**Figura 6:** Casa A



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

Mas é possível iniciarmos um jogo de campo minado revelando uma bomba logo no primeiro lance de jogo? Esta é uma das três opções<sup>19</sup> de jogo presentes em Minesweeper que podemos ajustar. Estas três opções de jogo influenciam diretamente no modo com o qual o jogo será gerado e resolvido, são elas:

- I. **Início Seguro:** Gera bombas em posições aleatórias, mas o primeiro clique é sempre seguro de bombas, ou seja, durante o primeiro lance de jogo, é feita a (re)configuração automática (e aleatória) com a restrição de que nenhuma bomba seja revelada no primeiro lance de jogo;
- II. **Pura Lógica:** Cria uma grade que é solucionável de forma determinística<sup>20</sup>, ou seja, em qualquer ponto do jogo não dependeremos do elemento sorte para resolver o jogo por completo;

<sup>19</sup> <https://campo-minado.com>, em “Ajuda”.

<sup>20</sup> É interessante destacar aqui, que neste modo o primeiro lance de jogo também é sempre seguro.

- III. Totalmente Aleatório: Dispõe as bombas aleatoriamente, com o primeiro clique não sendo mais seguro, ou seja, uma vez que o campo minado é gerado, a reposição das bombas não é mais refeita após o primeiro lance de jogo. Além disso, como este modo de jogo gera a grade  $m \times n$  de forma totalmente aleatória, a grade gerada poderá não ser mais solucionável de forma determinística, gerando um dilema.

Para exemplificar, observe, na Figura 7, que o primeiro lance de jogo foi feito em uma das casas contendo uma das dez bombas na grade 9x9. Esta opção de jogo (Totalmente Aleatório) é menos explorada nos campos minados atuais, pois admite a possibilidade de se perder o jogo logo no primeiro lance, como na Figura 8, abaixo:

**Figura 7: Primeiro Lance**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

**Figura 8: Dilema Simples**



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

É interessante notar que a configuração descrita na Figura 8, acima, é bastante comum nos campos minados em geral. Trata-se de um dilema<sup>21</sup>, que neste caso da Figura 8, divide a sorte do jogador em 50% de vencer ou perder. Este é um dos incontáveis dilemas que podem surgir em uma grade  $m \times n$ . É interessante perceber, também, que a chance de vitória ou derrota envolvida em um dilema depende diretamente da configuração a ser examinada. Mas é possível encontrarmos mais de um dilema em uma grade  $m \times n$ ? Ou ainda, infinitos dilemas em uma grade  $m \times n$ ? Depende da maneira como os dilemas são configurados, se eles são sucessivos ou não. Para entendermos melhor os dilemas, é interessante acrescentarmos a noção de incógnitas. Vejamos alguns casos estudados por Kaye:

**Figura 9:** Dilema Sucessivo

	X →				1	1	2	1	1			X →		
...	1	1	1	1	1	2	1	3	1	2	1	1	1	1
...	x'	x	1	x'	x	3	x'	5	x	3	x'	x	1	x'
...	1	1	1	1	1	2	1	3	1	2	1	1	1	1
						1	1	2	1	1				

Fonte: Kaye, 2023.

No caso da Figura 9, este problema não está mais configurado em um número limitado de casas, como consta na Figura 8, e sim em forma de um dilema sucessivo<sup>22</sup>. Por esta razão, torna-se interessante a noção de incógnitas para a resolução do Campo Minado. Note-se que, ou as bombas estarão em  $x$ , ou elas estão em  $x'$ , o que dá a margem de 50% de vitória ou derrota para um próximo lance qualquer. Nos casos das Figuras 8 e 9, claramente, o conhecimento das incógnitas  $x$  e  $x'$  não irão aumentar com as chances de vitória, porém, elas ajudam a organizar problemas mais complexos, como, por exemplo, na Figura 10:

<sup>21</sup> Por definição do pesquisador, todo o dilema nesta pesquisa é não-determinístico, ou seja, o raciocínio matemático não será mais suficiente para determinar a posição exata das bombas envolvidas pelo dilema.

<sup>22</sup> Trata-se de um único dilema, infinito, mas único, pois, uma vez que arriscarmos o próximo lance de jogo, o dilema acaba: com a vitória ou com a derrota do jogador.

Figura 10: Dilemas Distintos



Fonte: Kaye, 2023.

Nesta configuração, podemos perceber que o autor utiliza pelo menos três letras para representar os dilemas sucessivos e distintos, são as letras:  $u$ ,  $v$ , e  $t$ . Isto nos abre a possibilidade de imaginarmos uma grade  $m \times n$  com  $p$  dilemas distintos, sendo eles limitados ou sucessivos.

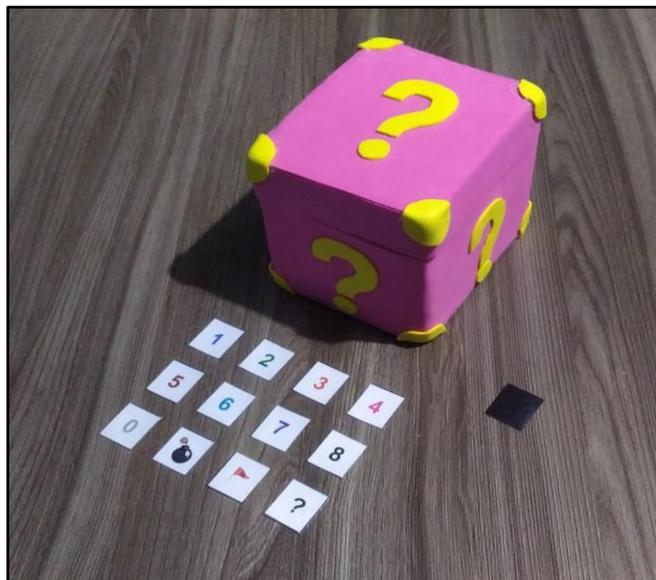
## 4 CAMPO MINADO FÍSICO

Com a apresentação do jogo em sua primeira aparição virtual, apresentamos neste capítulo os procedimentos adotados para a sua construção física. O objetivo deste capítulo, portanto, é abordar a conversão do Campo Minado virtual (Minesweeper) para o formato físico proposto.

### 4.1 CAIXA DE PANDORA

Sabendo-se das regras básicas para se vencer um Campo Minado, apresentamos a *Caixa de Pandora*<sup>23</sup>, uma versão física e limitada do jogo Campo Minado. Criada em conjunto com Raquel Kern Ferreira (mãe do autor), a *Caixa de Pandora* conta com 570 peças plastificadas, separadas da seguinte maneira: 69 números “0”, 126 números “1”, 106 números “2”, 65 números “3”, 34 números “4”, 24 números “5”, 20 números “6”, 14 números “7”, 10 números “8”, 40 bombas, 45 bandeiras e 16 interrogações “?”. Na Figura 11, podemos ver a *Caixa de Pandora*, com um exemplar de cada uma das peças que a compõe:

**Figura 11:** Caixa de Pandora



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

<sup>23</sup> Quando a mãe do autor terminou de confeccionar as peças deste Campo Minado físico, ela teve a ideia de confeccionar a caixa, inspirando-se em um jogo chamado Wild Terra I. Na versão original apresentada pelo Wild Terra, a caixa podia oferecer aleatoriamente qualquer item para o jogador ao ser aberta, mas no caso desta que foi criada para o pesquisador, ela ofereceu o elemento para o seu TCC.

Embora o número de peças produzidas se pareça um tanto exagerado, a *Caixa de Pandora* nos mostrou ser satisfatória, pois este material é capaz de configurar grades do tipo 10x10 com até 20 bombas. No entanto, como o número de peças deste exemplar é limitado, a opção de compartilhar este material entre todos os alunos envolvidos no projeto tornou-se uma ideia inviável, o que nos levou a utilizá-la apenas como um material para exemplos durante as atividades na fase experimental.

A *Caixa de Pandora* surgiu da ideia inicial de praticarmos o exercício inverso ao que normalmente é proposto nas versões atuais de Minesweeper. Ao invés de sermos levados imediatamente a resolver um jogo pronto, a *Caixa de Pandora* propõe primeiro a construção manual do jogo, para que então a sua resolução seja feita. Este material é interessante de ser utilizado com pelo menos uma dupla de jogadores, ou seja, a primeira pessoa monta o jogo, sem que a segunda pessoa a observe, para que, após a montagem, a segunda pessoa tente jogar sem conhecer a posição das bombas.

Mas como criar um campo minado de forma física? O que devemos fazer primeiro? As grades precisam ter a forma de quadrado ou retângulo, sempre? Se posicionarmos as peças de forma errada durante a montagem do jogo, o que pode acontecer? São perguntas que procuramos responder na próxima seção.

#### 4.1 CONSTRUÇÃO DE UM CAMPO MINADO

Para que a construção de um campo minado seja possível, antes de tudo, é importante desenhá-lo<sup>24</sup>. Este desenho será utilizado como o molde para a construção física do jogo, e será utilizado para checar o passo a passo do jogador que estiver decifrando o jogo em questão. Veja o exemplo abaixo (Quadro 2):

---

<sup>24</sup> O desenho do Campo Minado também é mencionado como gabarito ou planejamento.

**Quadro 1: Gabarito**

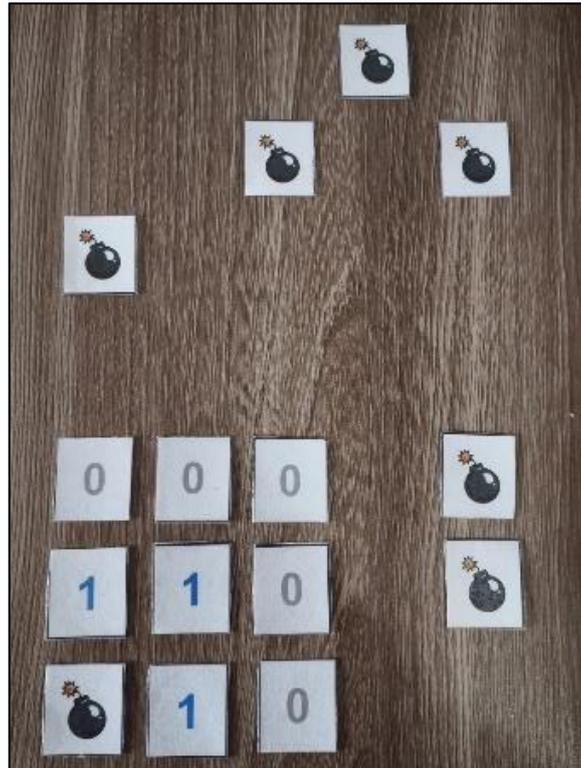
0	1	2		2
1	2		3	
	2	1	2	1
1	1	0	1	1
0	0	0	2	
1	1	0	2	
	1	0	1	1

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

Para a configuração inicial de um campo minado, é aconselhado, primeiramente, posicionar as bombas, pois o posicionamento dos números será referente àquele das bombas, de acordo com suas casas adjacentes, de acordo com o exemplo abaixo (Figuras 12, 13 e 14):

**Figura 12: Construção I**

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

**Figura 13: Construção II**

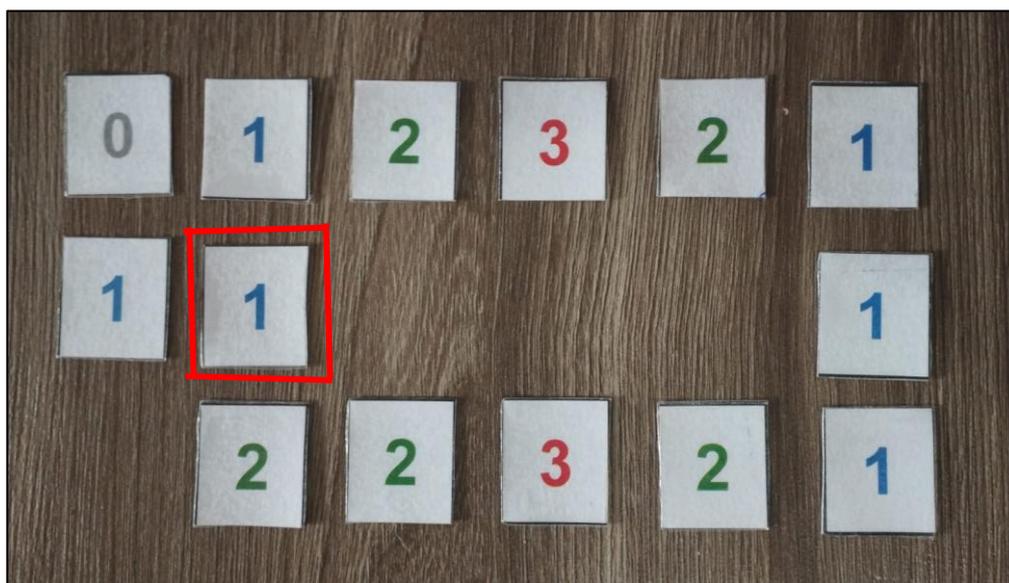
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

**Figura 14: Construção III**

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Do contrário, iniciando com o posicionamento dos números, o criador do campo minado precisará verificar a consistência de todos os números antes mesmo de cada uma das bombas serem posicionadas no jogo, o que também pode ser interessante como exercício, dada a complexidade de raciocínio. Veja os exemplos abaixo (Figuras 15 e 16):

**Figura 15:** Posicionando Números I



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

**Figura 16:** Posicionando Números II



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Observe nas Figura 15 e 16 a resolução de uma situação-problema, acima, na segunda linha e na segunda coluna de ambas as imagens, o número “1” foi posto propositalmente de modo errôneo, pois, nas suas casas adjacentes, há duas bombas, portanto, este número “1” deve ser trocado pelo número “2”. Passaremos a mencionar erros deste gênero, como no caso deste número “1”, como inconsistência lógica<sup>25</sup>. Ao iniciar o jogo da Figura 16, virando todas as casas para baixo, o jogador desafiado corre o risco perder o jogo, devido ao erro de coordenada apresentado. Mas este é justamente um dos objetivos desta pesquisa, levar os alunos ao raciocínio por absurdo, através das inconsistências apresentadas em uma configuração de Campo Minado. É interessante, por exemplo, levar os alunos a provarem o motivo pelo qual este número “1” presente nas Figuras 15 e 16 determina uma inconsistência lógica.

Sabendo-se das regras básicas para a construção e funcionamento de um Campo Minado, podemos propor configurações que não necessitam que a sua forma seja quadrada ou retangular, como geralmente vemos nos campos minados em geral. Veja o exemplo na Figura 17:

**Figura 17:** Campo Minado não Retangular



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

<sup>25</sup> Incoerência lógica, erro de coordenada.

Feita a explicação sobre a montagem de gabaritos e da configuração física de um campo minado, resta agora questionarmos: Como os alunos poderão fazê-lo? Ora, todas as casas da *Caixa de Pandora* não serão suficientes para configurar dez, quinze ou vinte Campos Minados distintos em uma sala de aula, faltariam muitas peças dadas as  $n$  possibilidades para as suas composições. Desta forma, optamos por utilizar um caderno de folhas quadriculadas, dos quais as suas divisões mediam 5mm x 5mm. Com este material, os estudantes agora podiam confeccionar seus próprios jogos, utilizando os gabaritos como molde. Com as folhas quadriculadas, agilizamos a atividade em sala de aula, já que foi possível: desenhar imediatamente o gabarito do jogo na própria folha, adotar uma unidade de medida comum entre todos os participantes e auxiliar na confecção dos jogos.

## 5 RELATÓRIO DAS ATIVIDADES

Realçadas as características teóricas, metodológicas e matemáticas desta pesquisa, passamos agora para o relatório das atividades aplicadas no encontro do dia 8 de dezembro de 2023. Além disso, apresentamos os materiais didáticos utilizados. Este capítulo também busca descrever o relatório completo das atividades realizadas na turma C2. Este Capítulo está dividido em três subseções com seus objetivos específicos.

### 5.1 MATERIAIS E ORGANIZAÇÃO

Para que fosse possível realizar as atividades, o pesquisador precisou utilizar diversos materiais, incluindo apagador, canetas coloridas de quadro branco, a *Caixa de Pandora*, celular, *chromebooks*, folhas de dimensões 200mm x 275mm com grade de 5mm x 5mm, quadro branco portátil de 40cm x 30cm, régua de 50cm e tesouras (Figuras 18 e 19). Abaixo está a Figura 18 sobre a disposição dos materiais utilizados na sala de provas do SAERS:

**Figura 18:** Organização



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

**Figura 19:** *Chromebooks*



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Apresentamos abaixo a divisão sistemática das atividades:

- I. Primeiro Momento - Instruções e Jogo pelo Jogo;
- II. Segundo Momento - Planejamento e Construção;
- III. Terceiro Momento - Desafios e Sugestões.

### **5.1.1 Primeiro Momento - Instruções e Jogo pelo Jogo**

O objetivo do experimento com os participantes, nesta primeira etapa, se resumiu em explicar as regras e o objetivo deles sobre o jogo Campo Minado. Para isto, foi reservado um tempo considerável, de pelo menos uma hora para os participantes experimentarem o nível iniciante em Minesweeper, por meio do site [campo-minado.com](http://campo-minado.com). Para agilizar o processo, foram ligados quinze *chromebooks* com antecedência, de modo que os jogos ficassem prontos assim que os participantes chegassem para iniciar as atividades.

A pergunta central, que guiou os participantes nesta primeira etapa do experimento, foi: “Como podemos resolver um campo minado?”. Com esta pergunta, foi possível introduzir as regras do jogo:

O jogo começa com um tabuleiro repleto de casas. O jogador deve descobrir as casas que não contém bombas, assinalando aquelas que as contém. Se o jogador revelar uma casa com uma bomba, perderá o jogo. Se a casa revelada não contiver uma

bomba e sim houver uma nas casas vizinhas, aparecerá um número indicando a quantidade de bombas presentes em suas casas adjacentes. Com base nesses números, o objetivo do jogador é deduzir onde exatamente estão todas as bombas, descobrindo todos os quadrados que não as possuem (Campo-Minado, 2023).

Após as primeiras instruções sobre o jogo, o pesquisador passou a preocupar-se em desafiar os participantes a marcarem corretamente a posição de todas as bombas em seus respectivos jogos, pois, com este desafio, os alunos seriam levados a descobrir todas as casas seguras<sup>26</sup> de seus respectivos jogos. Além do desafio entre pesquisador-aluno, os próprios estudantes competiam para saber quem seria o primeiro a varrer<sup>27</sup> um Campo Minado, o que contribuiu para um clima mais esportivo e competitivo durante as atividades. Com estes incentivos, alguns alunos passaram a se unir em jogos comuns para conjecturar soluções, o que também já era esperado para a realização das atividades.

Com certa frequência, foram registrados alguns alunos que resetavam seus jogos acidentalmente, ou alunos que clicavam para revelar as bombas ao invés de marcá-las com bandeiras, ou ainda alunos que marcavam as bombas em posições falsas. Alguns alunos ficavam chateados por voltarem instantaneamente para a estaca zero:

*DK - “Não! Resetei de novo!”*

*JC - “Ai, tu é um [...]”.*

*RF - “Tá, o que que foi?”.*

*KA - “Aqui tem uma bomba...”.*

*RF - “Aqui tá faltando... hum... vamos ver”.*

*RF - “Ó, aqui tu marcou uma, tem uma aí, né? Então marca”.*

*KA - “Mas acabou as bombas!”.*

*RF - “Mas tu marcou coisa errada, entendeu? Olha aqui, ó”.*

*RF - “não!”.*

*KA - “Ai! não! Vou ter que fazer tudo de novo...”.*

*RF - “Gente, atenção gente, vocês estão clicando nas bombas ao invés de marcar elas”.*

Mesmo perdendo, com ou sem enganos, os alunos voltavam cada vez mais rápidos e pertos de concluir o nível iniciante de Minesweeper. Abaixo, encontra-se o desenvolvimento de um Campo Minado em conjunto, o aluno J marca a posição falsa de uma bomba:

*RF - “Tá quase, em... Morreu!”.*

<sup>26</sup> Numeradas ou vazias, sem bombas.

<sup>27</sup> Completar o Campo Minado, descobrindo todas as minas e revelando todas as casas seguras.

*J - “Ahh!”.*

*JC - “Eu falei que era o do meio, cara”.*

*V - “Eu falei que era o do meio, [...]”.*

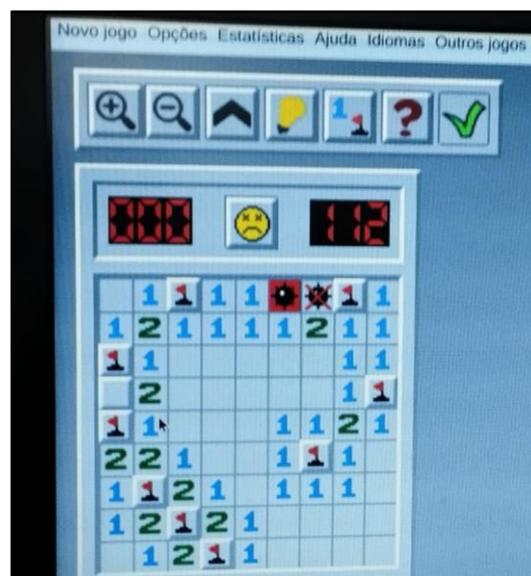
*RF - “Morreu!”.*

*J - “Mas eu tava pensando que...”.*

*JC - “Eu falei que não tinha no meio!”.*

No caso da figura abaixo, a aluna JC e o aluno V afirmaram que não havia bomba na primeira linha com a sétima coluna da figura abaixo. Além disso, a mesma observação pode ser feita na quarta linha com a primeira coluna desta mesma Figura 20:

**Figura 20:** Posição Falsa



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

Após a primeira hora de experimento, houve a falta de pelo menos um(a) colaborador(a) para prestar o suporte aos estudantes. Mesmo com as explicações iniciais, houve momentos em que alguns estudantes se frustravam a ponto de quase desistirem da pesquisa, por esta razão, foi necessária a resolução de alguns exemplos. Os exemplos realizados não comprometeram a pesquisa, pois o jogo Minesweeper é capaz de gerar muitas configurações, logo, as estratégias para se resolver um campo minado podem ser as mais diversas.

O pesquisador procurou resolver um número mínimo de exemplos possíveis, para que restasse mais tempo para os alunos experimentarem e pensarem sobre os fenômenos de probabilidade envolvidos em Minesweeper. Após muitas tentativas e aproximadamente uma hora de jogo, os primeiros estudantes começaram a completar

Minesweeper no nível iniciante (Figuras 21 a 24), segue abaixo o diálogo referente à Figura 24:

*RF - “Fala”.*

*DK - “Eu sinto que... Aqui não vai ter”.*

*RF - “Hum... Cara, tu arriscou em... Arriscou legal... Cuidado, pensa mais um pouco, olha o 1 ali em cima, tu já marcou a bomba ali, certo? E do lado, o que tem?”.*

*DK - “Ah, ficou fácil agora!”.*

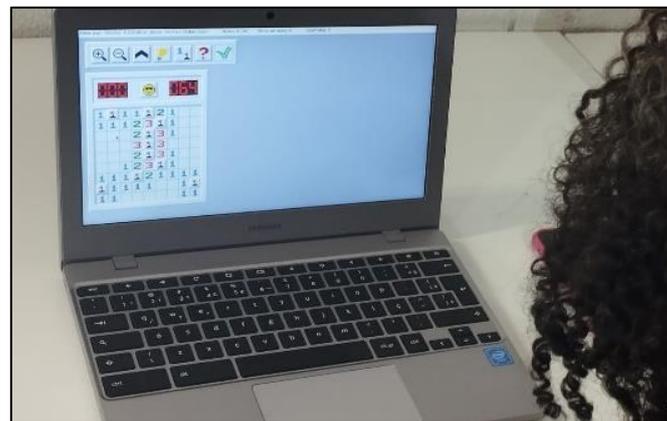
*RF - “Agora ficou fácil”.*

**Figura 21:** Alunas AL e JC

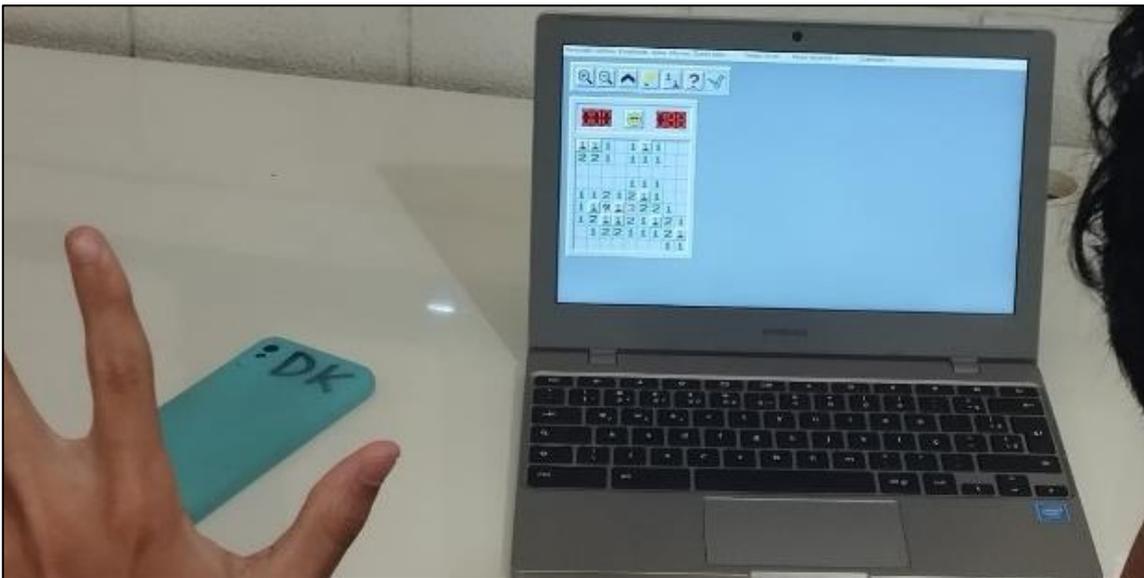


**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

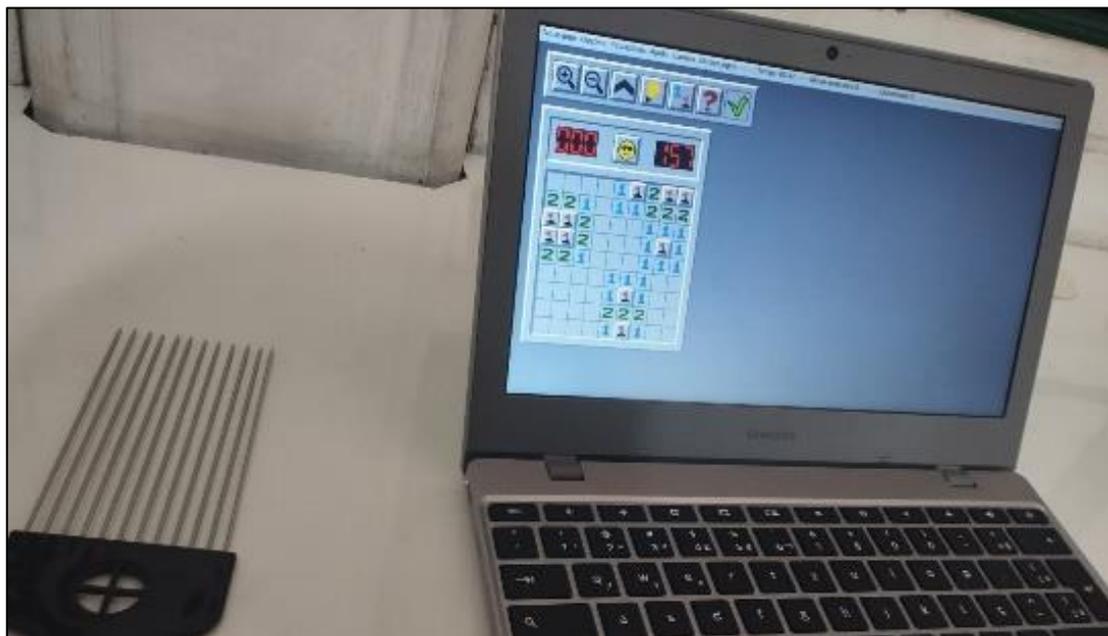
**Figura 22:** Aluna JC



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

**Figura 23:** Aluno DK

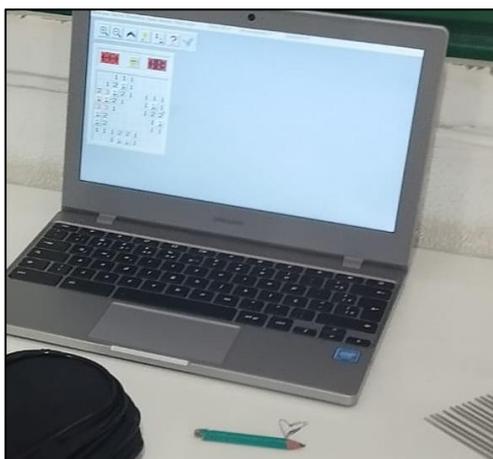
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

**Figura 24:** Aluno V

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

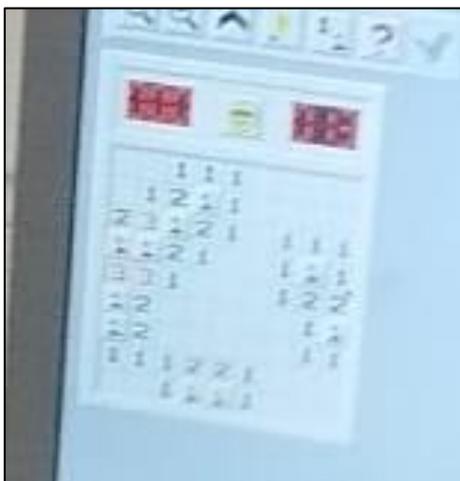
Quando foi observado o progresso de alguns estudantes, dos quais resolviam o nível iniciante de Minesweeper no menor tempo possível enquanto outros tentavam resolver o nível intermediário, como ilustrado nas Figuras 25 a 27, decidimos avançar para a próxima etapa da fase experimental.

**Figura 25:** Aluno J em 13 Segundos



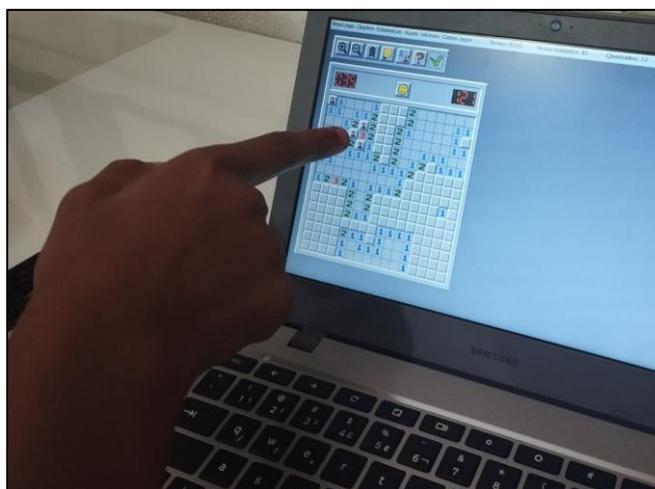
**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

**Figura 26:** Aluno J - Zoom



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

**Figura 27:** Aluno V intermediário



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

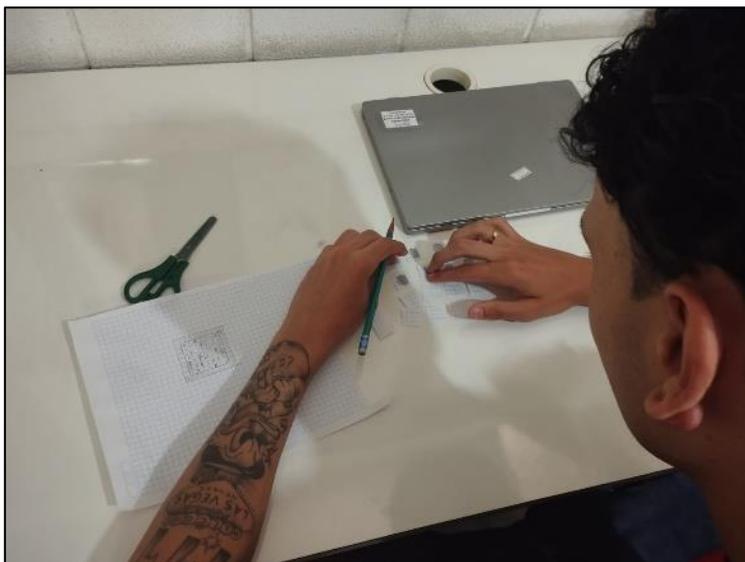
### 5.1.2 Segundo Momento - Planejamento e Construção

Para a segunda fase do experimento, os estudantes foram convidados para uma nova atividade, agora utilizando a lógica inversa àquela apresentada pelo jogo Minesweeper. Neste momento, a pergunta central que guia os estudantes nesta nova etapa, foi a seguinte: “Como podemos criar um Campo Minado?”. Para orientar os estudantes nesta nova questão, foram formuladas perguntas sequenciais, como um guia passo a passo, visando direcionar os alunos para o objetivo do autor, que era justamente o planejamento e confecção dos jogos.

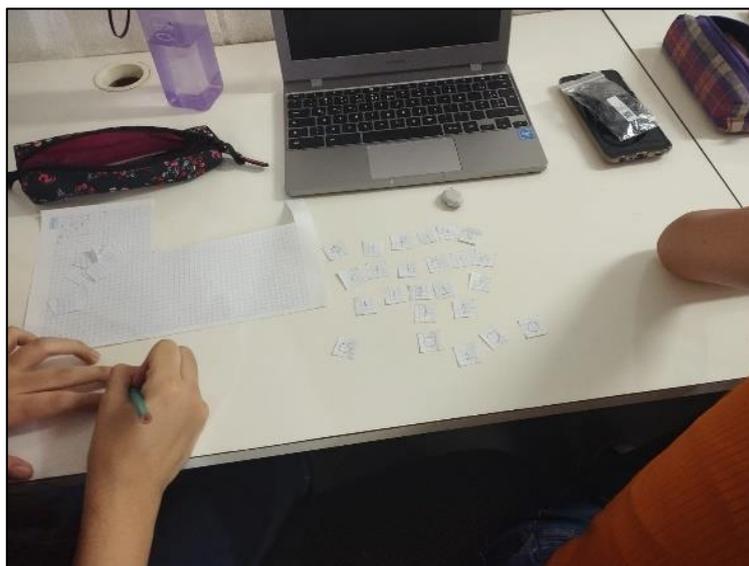
Foram feitas algumas perguntas secundárias: “Quantas bombas serão incluídas no Campo Minado? Qual será o tamanho da grade para o Campo Minado? A grade do Campo Minado precisa ser necessariamente quadrada? Onde serão posicionadas as bombas? Como será feita a numeração das demais casas?”; das quais, foram elaboradas estrategicamente para restringir o uso da programação, já que não era o foco da pesquisa. Desta forma, cada estudante ficou responsável por construir um campo minado físico, mas, para isto, era necessário primeiramente planejá-lo.

No início desta etapa, foram distribuídas folhas de dimensões 200mm x 275mm com grade de 5mm x 5mm para os estudantes iniciarem os planejamentos dos campos minados. Foram sugeridas algumas restrições para o planejamento dos jogos, estas sugestões buscavam aproximar o grau de desafio semelhante ao nível iniciante proposto em Minesweeper. As restrições sugeridas, foram as seguintes:

- I. Tamanho mínimo da grade: 5x5;
- II. Tamanho máximo da grade: 10x10;
- III. Número mínimo de bombas na grade: 4;
- IV. Número máximo de bombas na grade: 10.

**Figura 28:** Confeção Aluno DK

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

**Figura 29:** Confeção Alunas AR e RA

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

As tesouras foram distribuídas assim que as primeiras configurações ficaram logicamente sólidas. Deste modo, a confecção seria feita após as observações do pesquisador. Os alunos contaram com pouco mais de uma hora para realizarem esta segunda etapa do experimento (Figuras 28 e 29). Na Figura 30, abaixo, encontra-se o material da aluna JC: no canto esquerdo o planejamento<sup>28</sup>, e no canto direito a cópia da grade para a confecção do jogo:

---

<sup>28</sup> Esta grade, no canto esquerdo, serve justamente como gabarito para acompanhar o desenvolvimento do jogo a ser confeccionado.

**Figura 30:** Planejamento Aluna JC

0	1	0	0	0
1	1	1	1	1
0	0	1	0	1
1	1	2	2	2
1	0	1	1	0

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

Muitos planejamentos necessitaram da supervisão. Os erros se resumiam na contagem equivocada de bombas nas casas adjacentes em uma casa específica. As intervenções foram necessárias, para que a última etapa do experimento não contasse com o excesso de inconsistências lógicas e bloqueios para o encerramento das atividades. Abaixo, apresentamos um exemplar contendo uma inconsistência lógica<sup>29</sup>, dentre muitos outros que foram analisados pelo pesquisador:

**Figura 31:** Inconsistência Lógica

1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

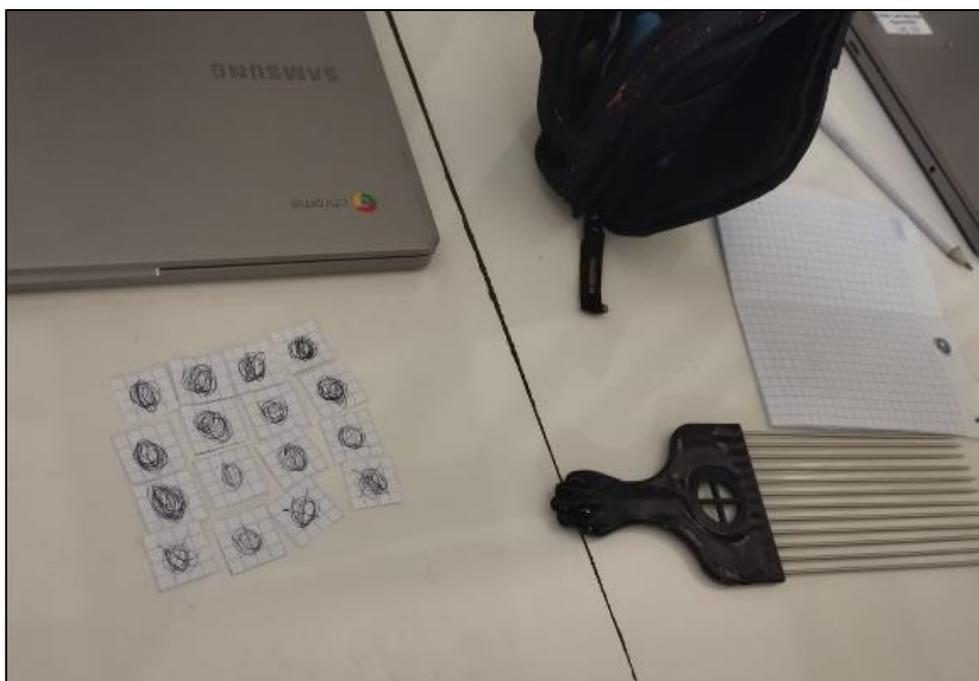
<sup>29</sup> Como foi explicado, por exemplo, nas figuras 15 e 16.

### 5.1.3 Terceiro Momento - Desafios e Sugestões

Após o intervalo da escola, das 15:45 às 16:00, demos início ao terceiro e último momento do experimento, que foi das 16:00 até às 16:50. Porém, nesta última etapa, contamos com um imprevisto: quatro alunas abandonaram o experimento após o intervalo da escola, restando apenas cinco alunos para a última etapa do experimento. Mesmo assim, demos continuidade a esta última etapa experimental.

Com os jogos planejados e confeccionados, restava agora que os alunos montassem os seus jogos de acordo com suas respectivas peças e desafiarem-se entre si, trocando os seus jogos. Assim que os estudantes viraram os seus jogos, dispendo-os para serem jogados, eles perceberam que era possível observar a marca do grafite do outro lado das casas confeccionadas, o que revelava o conteúdo disposto nelas. A solução para este problema foi sugerida pelos próprios alunos: riscar ou pintar o lado vazio<sup>30</sup> das casas, como podemos ver abaixo na Figura 32:

**Figura 32:** Construção Aluno V



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

---

<sup>30</sup> As células do Campo Minado físico devem possuir dois lados: um lado no qual será posto os números ou as bombas, enquanto o outro lado será vazio, justamente para preservar a informação antes de ser revelada pelo jogador.

Assim que o aluno V realizou a montagem do jogo presente na Figura 32 acima, a aluna KA aceitou o desafio em desvendar as bombas do seu jogo. Abaixo está o diálogo durante o desenvolvimento:

V - “Não...”.

RF - “Ninguém conseguiu...”.

KA - “Eu tava imune, o sor falou que eu tava imune”.

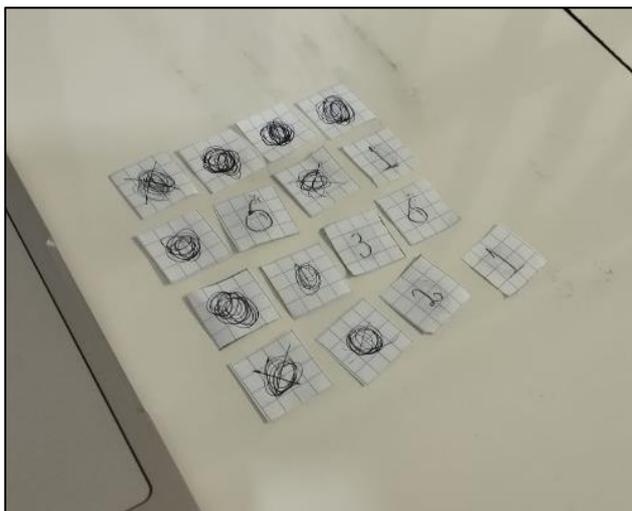
RF - “Assim, o primeiro lance, se virar a bomba, é imunidade, entendeu? Porque tem que ter como começar o jogo”.

RF - “Só que daí tu não, tu já começou com um número. Como tu virou a bomba depois, no caso tu morreu mesmo, entendeu? Já era... Tá... Agora tu morreu duas vezes”.

KA - “Eu tirei essa peça aqui [1] e daí a segunda é uma bomba, e aí?”.

RF - “Morreu!”.

**Figura 33:** Tentativa Aluna KA



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

Algumas vezes o autor presenciou os próprios estudantes moverem as peças do campo minado involuntariamente ao bufarem de alguma situação engraçada. Alguns estudantes não conseguiam controlar a respiração ou mesmo esqueciam de tomar o cuidado para não moverem as peças. Por esta razão, foi utilizada a *Caixa de Pandora* com os cinco alunos presentes desta última etapa do experimento. Abaixo, encontra-se o aluno J realizando a tentativa no campo minado criado pelo aluno V com as peças da *Caixa de Pandora*:

**Figura 34:** Tentativa Aluno J

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2024.

Um detalhe importante de acrescentar é que, das quatro alunas que deixaram o experimento nesta última etapa, dois de seus jogos já estavam prontos para serem jogados frente aos seus respectivos *chromebooks* utilizados. Desta forma, tivemos nesta última etapa, sete configurações prontas para serem jogadas. Após as tentativas, como os jogos não podiam ser jogados novamente, os alunos fizeram adaptações em seus gabaritos e utilizaram a *Caixa de Pandora* para realizarem novas configurações, antes que o experimento se encaminhasse para o término.

Dois dos cinco alunos presentes nesta etapa conseguiam resolver alguns dos jogos montados. Tivemos a impressão de que os alunos sentiam maior facilidade nos jogos que eram gerados pelo Minesweeper, ou seja, maior facilidade em Campos Minados virtuais.

Ainda na fase de projeto, já era esperado que o experimento pudesse apresentar as seguintes possibilidades:

- I. Jogos concluídos e logicamente consistentes, ou seja, jogos que respeitaram todas as regras durante a sua construção e que foram resolvidos pelos seus oponentes;
- II. Jogos resolvidos e logicamente inconsistentes, ou seja, jogos que não respeitaram pelo menos uma regra durante a sua construção e que, ainda sim, foram resolvidos pelos seus oponentes;

- III. Jogos não terminados (ou jogos perdidos) e (até aquele ponto) logicamente consistentes, ou seja, jogos que até um certo ponto tiveram a sua construção coerente e que não foram concluídos pelos seus oponentes;
- IV. Jogos não terminados (ou jogos perdidos) e (até aquele ponto) logicamente inconsistentes, ou seja, jogos que até um certo ponto tiveram inconsistências reveladas durante o desenvolvimento do oponente;
- V. Jogos com peças trocadas, com regras extras (sem consenso).

Ao observar a comunicação fluída dos estudantes nesta última etapa, o pesquisador dedicou os últimos dez minutos do experimento aos estudantes para expressarem suas críticas e sugestões. Não houve a ênfase do autor para um encerramento expositivo e formal do experimento, o foco da pesquisa buscava justamente fazer com que os alunos agissem, experimentassem, testassem conjecturas matemáticas e lógicas sobre os fenômenos da probabilidade envolvidos pelo jogo Campo Minado. Segue abaixo a transcrição do último áudio gravado pelos alunos da C2:

*BR - "... Gravação, vai!"*

*JC - "Oi! Meu nome é [JC]"*.

*BR - "Oi! Meu nome é [BR]"*.

*KA - "Oi! Meu nome é [KA]"*.

*VA - "Oi! Meu nome é [VA]"*.

*JC - "A gente é da C2 e a gente vai falar um pouco sobre o Campo Minado do estagiário... RF<sup>31</sup>"*.

*JC - "Eu acho que o RF deveria continuar mais no jogo on-line, que é melhor assim, né! Demorou muito tempo pra ficar recortando papel"*.

*BR - "Ham... Eu gostei mais da parte do Campo Minado virtual..."*.

*VA - "Porque já vem pronto"*.

*KA - "Eu acho que é a mesma opinião de todo mundo, que o jogo virtual foi mais prático..."*.

*VA - "E que demora menos pra jogar"*.

*VA - "Confeccionar a gente tem que ficar cortando, entendeu..."*.

*KA - "É chato"*.

*JC - "Não, o joguinho já cortado igual ele fez não é chato, mas a gente cortar é chato"*.

*BR - "Perde muito tempo"*.

*KA - "E também que a gente sente preguiça... É isso"*.

*Todos - "Beijo! Tchau RF!"*.

---

<sup>31</sup> RF: refere-se ao autor da pesquisa.

Com base no diálogo transcrito acima, podemos reparar a preferência pela versão virtual do jogo em detrimento do esforço exigido para a confecção dos jogos físicos. São observações que despertaram a necessidade de reinventar o método, em aprender a programar um Campo Minado, por exemplo. Reinventar é uma palavra de grande valor e significado para o contexto escolar, pois reflete a busca por inovação e melhorias contínuas no processo educacional.

## 6 ANÁLISE DA PRÁTICA

Neste capítulo, nos encaminhamos para as reflexões acerca da prática descrita no Capítulo 5, utilizando o referencial teórico como aporte para as interpretações. Para isto, é importante relembrarmos a abordagem metodológica adotada, logo no primeiro capítulo desta pesquisa, definimos a metodologia da pesquisa como sendo descritiva, experimental e qualitativa. Com o uso do jogo Minesweeper como recurso pedagógico, na subseção 5.1.1, pudemos observar a questão: “Como podemos resolver um campo minado?” como a norteadora do experimento. Logo que os alunos aceitaram a proposta em desvendar o jogo Minesweeper, eles também aceitaram, deste modo, o desafio de mergulhar na investigação matemática necessária para resolverem seus próprios jogos, de acordo com Muniz (2022):

Todo e qualquer jogo é pautado, estruturado e proposto a partir de um sistema de regras que define as possibilidades de ações físico-cognitivas, que delimita o campo de atuação de pensamento e posturas éticas, de meios de trocas entre os participantes, da definição de objetivos e recursos disponíveis. [...] jogar e matematizar são tecidos num mesmo campo epistemológico: das ideias, dos conceitos, das representações mentais, nas expressividades e validações argumentativas, em um mundo de elaboração, proposição e resolução de problemas inusitados [...] (Muniz, 2022, p. 20).

O uso de conectivos lógicos “se, então” foi considerado um pré-requisito<sup>32</sup> para a conclusão do nível iniciante nos jogos de Minesweeper durante este primeiro momento. Isso foi motivo para o esforço, a mobilização e colaboração entre os próprios estudantes. Além das ações, destacam-se os resultados, conforme Muniz (2022):

Ao elaborar estratégias mentais criando e resolvendo problemas em um sistema complexo de regras, pode-se permitir que o jogador passe a se perceber capaz de enfrentamento e superação de desafios, o que é fundamental para o processo de aprendizagem matemática. Isso leva o sujeito a elaborações mentais mais elaboradas, seu (des)silenciamento, seu empoderamento intelectual e emocional (Muniz, 2022, p. 20).

Em meio ao uso dos conectivos lógicos, surgiu a dúvida entre os estudantes: “Qual o melhor jeito de se começar? Pelo meio? Ou pelos cantos?”. Para responder a essa pergunta, o pesquisador buscou lembrar os estudantes de que o Minesweeper é gerado de

---

<sup>32</sup> Caso contrário, ficamos à mercê da sorte, o que torna Minesweeper muito mais difícil.

forma dependente da opção de jogo escolhida – Início Seguro, Pura Lógica ou Totalmente Aleatório. Ainda que os estudantes estivessem jogando em consenso no modo Pura Lógica, era importante lembrá-los que, com o primeiro lance de jogo dado, a grade gerada era sempre determinística: possível de se resolver matematicamente. Porém, mesmo que a grade seja determinística, a pergunta prevalece: Qual o melhor jeito de se começar?

Os estudantes começavam pelos cantos, porém, perceberam que se trancavam com mais facilidade, ficavam com menos opções lógicas para se prosseguir no jogo. Ainda que em Minesweeper gere aleatoriamente uma grade  $m \times n$ , os estudantes passaram a explorar o jogo começando pelo meio, tendo, desta forma, os quatro lados da grade para prosseguir matematicamente. Podemos interpretar esta estratégia como uma alternativa de resolução de situação-problema, conforme Grandó:

O cerne da resolução de problemas está no processo de criação de estratégias e na análise, processada pelo sujeito, das várias possibilidades de resolução. No jogo ocorre fato semelhante. Ele representa uma situação-problema determinada por regras, em que o indivíduo busca a todo o momento, elaborando estratégias e reestruturando-as, vencer o jogo, ou seja, resolver o problema. Esse dinamismo característico do jogo é o que possibilita identificá-lo no contexto da resolução de problemas (Grandó, 2000, p. 32).

No cerne da resolução de problemas tratada por Grandó, também está atrelada a questão do erro cometido pelo estudante, outro assunto bastante importante quando pensamos em educação matemática. O erro fez parte do processo de ensino-aprendizagem desta pesquisa, conforme o relato presente na Figura 20.

A depender da maneira como é conduzido o processo educativo, o erro pode contribuir para o aprendizado científico tanto quanto o acerto, costumeiramente valorizado de forma isolada no contexto escolar. Isso porque o erro é parte inerente da construção do conhecimento científico e do desenvolvimento da noção de ciência como processo. A abordagem de Grandó (2000) contribui para esse tema:

Em situações escolares, valoriza-se muito o acerto, desprezando-se os erros obtidos pelos sujeitos na obtenção da resposta correta. Ora, isso torna todo o processo de construção da Ciência num grande equívoco. Desde quando a Ciência é produzida, desde seu primeiro momento, exatamente na forma como se apresenta? Após a constatação de um fenômeno, ou mesmo a construção de um sistema, os erros obtidos durante o processo são repensados, reformulados e abolidos, dando lugar ao rigor na apresentação (Grandó, 2000, p. 41).

Durante a fase experimental relatada nas subseções 5.1.1 e 5.1.2, o erro foi importante para guiar os estudantes ao raciocínio por absurdo. A proposta trata-se de um jogo que muitos dos alunos da turma C2 sequer conheciam. Por isso, apenas introduzir as regras não parecia ser o bastante. O pesquisador precisou acolher os erros dos estudantes para justificar e explorar as regras que fundamentam o Campo Minado. Os erros ocorridos durante a fase experimental foram os mais diversos, abrangendo os dois tipos estudados por Grandó (2000):

1º - Um erro no plano do fazer, onde errar significa não atingir o objetivo do jogo, ou seja, não ser capaz de vencê-lo, embora tenha cumprido as regras pré-determinadas. Errar, nesta perspectiva, “é produzir uma contradição no sistema” (Macedo *et al.*, 1997 p. 39. *Apud* Grandó, 2000.);

2º - Um erro no plano do compreender é ser capaz de constatar o fato de que perdeu o jogo, entretanto, não ser capaz de identificar as jogadas que foram boas ou más. É possível ao sujeito analisar suas jogadas, entretanto não é capaz de justificá-las, de refletir sobre a escolha de uma determinada ação (Grandó, 2000, p. 42).

Em 1º, destacamos a diversidade de equívocos que envolvem a leitura dos jogos pelos estudantes, tanto na versão virtual, quanto na versão física do jogo Campo Minado. Um exemplo de equívocos do gênero, em Minesweeper, pode ser visto na Figuras 20, do qual o aluno J marca a posição falsa de uma bomba, ou seja, mesmo obedecendo as regras pré-determinadas pelo jogo, não foi capaz de finalizá-lo. Outro exemplo a ser dado, desta vez envolvendo o planejamento de um Campo Minado físico, é no momento em que a aluna JC posiciona, na Figura 31, um número 2 falso referente à quantidade de bombas em seus quadrados adjacentes. Um último exemplo a ser dado, sobre a resolução de Campos Minados físicos é a tentativa da aluna KA, que, na intenção de seguir com a regra de imunidade no primeiro lance de jogo (estabelecida pelo pesquisador), acreditou que a imunidade seria dada ao revelar-se uma primeira bomba em qualquer lance no jogo.

Já em 2º, destacamos que, nesta pesquisa, este quadro se mostra mais agravante, pois trata-se do erro não consciente. Porém, não destacamos a ausência da noção sobre o erro cometido, pois, até mesmo o aluno que realiza movimentos aleatórios, se apoia em uma ideia para escolhê-lo, mesmo que por conveniência. Muitos alunos começaram com lances aleatórios em Minesweeper, justamente para testá-lo. No entanto, na Figura 24, mesmo o aluno DK não chegando a cometer o erro, foi o caso registrado em que mais se aproximou do erro sem consciência, no mero chute.

Destaca-se que os equívocos não eram observados apenas pelo pesquisador, especialmente na segunda etapa experimental, na qual, os estudantes foram convidados a planejar e confeccionar Campos Minados físicos. Neste contexto, os estudantes se dispuseram a policiar a consistência dos jogos ainda na sua fase de planejamento, antes mesmo da própria confecção e configuração. Sendo assim:

O professor lança questões desafiadoras e ajuda os alunos a se apoiarem, uns nos outros, para atravessar as dificuldades. leva os alunos a pensar, espera que eles pensem, dá tempo para isso, acompanha suas explorações e resolve, quando necessário, problemas secundários (Silva; Kodama, 2004, p. 5).

É importante reparar que, embora esta pesquisa tenha sido planejada de modo que os estudantes trabalhassem de modo singular<sup>33</sup>, a iniciativa dos alunos em se unirem com objetivos comuns auxiliou no funcionamento das atividades em muitos aspectos. Deve-se distinguir também que os estudantes não eram apenas responsáveis por pensar e agir matematicamente, eram responsáveis também pela iniciativa quanto à união, em tomar a decisões em contexto social (Skovsmose, 2007).

No que diz respeito às análises realizadas durante e após o encontro, baseado no desempenho dos alunos, constata-se que a proposta didática se mostra válida como abordagem educacional e matemática. Portanto, sobre a análise da prática, é possível observar que a construção de estratégias, a análise de “erro”, a interação social, as situações-problema, proporcionaram a construção e resgate de conceitos e habilidades matemáticas nas situações de intervenção com o jogo.

Os propósitos iniciais da pesquisa a respeito da resolução de Campos Minados virtuais, mostraram legitimidade ao permitir que os estudantes explorassem diversas situações envolvendo o uso de conectivos lógicos e raciocínio probabilístico. Em contrapartida, os objetivos envolvendo o Campo Minado físico, em especial o estímulo às atividades motoras de construção e montagem, tiveram menor êxito esperado pelo pesquisador.

Finalmente, nas considerações finais, compartilhamos as dificuldades enfrentadas e as aprendizagens adquiridas ao longo desta pesquisa. Além disso, serão apresentadas as contribuições que este estudo pode oferecer para o campo acadêmico e para o desenvolvimento de práticas educacionais em contexto escolar.

---

<sup>33</sup> Havendo pelo menos um *chromebook*, por aluno, na sala do SAERS.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao retomarmos a pergunta diretriz que esta pesquisa buscou explorar, a saber: “Quais são os principais desafios e aprendizados vividos por estudantes de Ensino Médio na construção e resolução de Campos Minados físicos?”, é possível verificar alguns desafios enfrentados pela turma diante da proposta. De acordo com a descrição das atividades constante no Capítulo 5, o pesquisador conseguiu observar algumas dificuldades dos estudantes frente às atividades apresentadas, foram elas:

1. Dificuldade em disponibilizar corretamente as casas do Campo Minado com seus números referente às bombas nas casas adjacentes durante a etapa de planejamento;
2. Movimentos involuntários que dificultavam o progresso e manuseio dos jogos confeccionados, como bufadas, espirros etc.;
3. Dos poucos dilemas que apareceram, a maioria dos estudantes arriscavam a sorte de imediato, sem tempo hábil da reflexão na atitude;
4. Falta de motivação dos estudantes em confeccionar as peças de seus respectivos jogos planejados.

Diante das dificuldades apresentadas acima, destacamos algumas sugestões como forma de aprimorar uma próxima experiência envolvendo atividades do gênero. Estas recomendações visam otimizar a abordagem com o tema de pesquisa, envolvendo ou não o uso de tecnologias digitais:

1. Contar com a disponibilidade de um(a) colaboradora(a) para auxiliar nas atividades com os estudantes;
2. Disponibilizar materiais mais firmes e pesados para a confecção, ou ainda, trocar a abordagem<sup>34</sup>;
3. Realizar a configuração prévia de dilemas matemáticos, para que os alunos os resolvam como forma de exercício envolvendo a teoria de probabilidades;
4. Levar o material já confeccionado para a abordagem física do jogo Campo Minado, para que haja mais tempo dos estudantes se dedicarem às atividades.

Já sobre as dificuldades pessoais do pesquisador frente à pesquisa apresentada, estas se resumiram à exiguidade do tempo<sup>35</sup> para o planejamento da parte experimental e na baixa frequência dos estudantes para a parte experimental. Sobre a escrita da pesquisa

---

<sup>34</sup> Programar ao invés de confeccionar.

<sup>35</sup> Ainda na fase de projeto pré TCC.

em si, o referencial teórico foi o que mais deu trabalho, dada a dificuldade em encontrar autores que defendessem a conversão<sup>36</sup> quanto ao formato de jogos. As dificuldades apresentadas não comprometeram a pesquisa, porém, a sugestão principal que o pesquisador poderia dar para uma suposta continuação ao tema de pesquisa, seria a de realizar a parte experimental com duas turmas e em conjunto com um(a) colaborador(a) para a coleta de dados e suporte aos estudantes.

Sendo assim, com base no estudo aprofundado e no relatório das atividades, é possível adaptar o jogo Campo Minado para o contexto escolar e até mesmo acadêmico, embora a parte experimental tenha sofrido uma falta significativa de participantes. Acreditamos que a pesquisa realizada tem potencial para inovação em sala de aula. Mesmo assim, é importante ressaltar que trabalhar os conteúdos atrelados ao jogo, não garante o aprendizado assim como foi feito nesta pesquisa. O jogo pode servir como ponte, ocasionando melhor contato do estudante com o objeto de estudo.

Portanto, esta pesquisa buscou contribuir em alguns assuntos frente à tendência dos jogos, dos quais intitulamos. Por exemplo: Os formatos<sup>37</sup> para um Campo Minado, um estudo envolvendo o uso de tecnologias virtuais e programação para o Ensino Médio; As estratégias para um Campo Minado, um estudo envolvendo a competição e ranking<sup>38</sup> para o Ensino Médio; A construção física de um Campo Minado para o Ensino Fundamental, uma atividade lúdica envolvendo o uso de Tapetes-Minados<sup>39</sup>; E o estudo combinatório de um Campo Minado envolvendo as possibilidades<sup>40</sup> quanto ao posicionamento de  $k$  bombas em uma grade  $m \times n$ .

---

<sup>36</sup> Neste caso, nos referimos à conversão virtual (Minesweeper) para a versão física elaborada (*Caixa de Pandora*).

<sup>37</sup> Ver Figuras 1, 2 e 3.

<sup>38</sup> Como é feito o ranking mundial para o Campo Minado? Quais as melhores estratégias? O que é levado em conta para a pontuação do jogador?

<sup>39</sup> Da mesma forma que um Campo Minado físico feito com papel, podemos também construir uma versão física maior com outro material, de modo que o(a) professor(a) possa, por exemplo, cercar os materiais dos alunos com os Tapetes-Minados, a fim de propor o jogo como um desafio lúdico.

<sup>40</sup> Existe uma fórmula que determine as possibilidades quanto ao posicionamento das  $k$  bombas de uma grade  $m \times n$ .

## REFERÊNCIAS

- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto – Portugal: Porto Editora, 1994.
- BONDIA, J. L. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro, n. 19, p.20-28, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/Ycc5QDzZKcYVspCNspZVDxC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 ago. 2023.
- CAMPO-MINADO. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://campo-minado.com/>. Acesso em: 12 out. 2023.
- CURT Johnson. **Minesweeper Game**, [S. l.], [2023]. Disponível em: <https://minesweepergame.com/history/curt-johnson.php>. Acesso em: 11 jan. 2024.
- FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em Educação em Matemática**: Percursos Teóricos e Metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2009.
- GRANDO, R. C. A. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula**. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- KAYE, Richard. Minesweeper and NP-completeness. University of Birmingham School of Mathematics. Birmingham: 2023. Disponível em: <https://web.mat.bham.ac.uk/R.W.Kaye/minesw/ordmsw.htm>. Acesso em: 12 out. 2023.
- LUCAS, Patrícia da Silva; FIOREZE, Leandra Anversa. Poliminós no ensino de matemática do sexto ano: Uma experiência baseada na investigação. **Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 57-70, 2020.
- MUNIZ, Cristiano. O Professor e a Autoria de Jogos como Recursos Pedagógicos para a Aprendizagem Matemática. **Hipatia** - Revista Brasileira de História, Educação e Matemática, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 14-34, jun. 2022.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação. Departamento Pedagógico. **Referencial Curricular Gaúcho**. Matemática. Porto Alegre: SEDUC/RS, 2018. Disponível em: <https://portal.educacao.rs.gov.br/Portals/1/Files/1533.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2024.
- ROBERT Donner. **Minesweeper Game**, [S. l.], [2023]. Disponível em: <https://minesweepergame.com/history/curt-johnson.php>. Acesso em: 11 jan. 2024.
- SILVA, A. F.; KODAMA, H. M. Y. Jogos no Ensino da Matemática. In: II BIENAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MATEMÁTICA, 25 out. 2004, Salvador. **Anais [...]**. Salvador, 2004. Disponível em: <http://www.bienasbm.ufba.br/OF11.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2023.

SKOVSMOSE, O. **Educação Crítica**: incerteza, matemática, responsabilidade. Tradução de Maria Aparecida Viggiani Bicudo. São Paulo: Cortez, 2007.

STEWART, Ian. **Minesweeper**. Clay Mathematics Institute. New Hampshire: 2000. Disponível em: <https://www.tayloredge.com/bits-n-pieces/puzzles/MineSweeper.pdf>. Acesso em: 12 out. 2023.

VIENSCI, Rafael Gustavo Fabris. **Campo Minado Inteligente**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia da Computação). 2009. 42 f. Universidade Positivo, Curitiba, 2009.

**ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO (MAIOR)**

Eu, \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_, declaro, por meio deste termo, que concordei em participar da pesquisa intitulada **CONSTRUÇÃO E RESOLUÇÃO DE CAMPO MINADO: UM ESTUDO NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA ENVOLVENDO PROBABILIDADES E TOMADA DE DECISÃO**, desenvolvida pelo pesquisador **Rafael Luiz Ferreira Eleuthério**. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada/orientada por **Marilaine de Fraga Sant’ana**, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário, por meio do telefone \_\_\_\_\_ ou e-mail \_\_\_\_\_.

Tenho ciência de que a minha participação não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais, são:

- Investigar a aplicação física do jogo Campo Minado no contexto escolar para o ensino de probabilidades, realizar as construções e resoluções de jogos de Campo Minado, estudar métodos probabilísticos para a tomada de decisão, analisar conectivos lógicos “se, então”, dilemas e inconsistências lógicas.

Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações oferecidas por mim serão apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários etc.), identificadas apenas pela inicial de seu nome e pela idade.

A minha colaboração se dará por meio de entrevista/questionário escrito, etc, bem como da minha participação em oficina/aula/encontro/palestra, em que serei observado(a) e terei a produção analisada, sem nenhuma atribuição de nota ou conceito às tarefas desenvolvidas. No caso de fotos ou filmagens, obtidas durante a minha participação aluno(a), autorizo que sejam utilizadas em atividades acadêmicas, tais como artigos científicos, palestras, seminários etc., sem identificação. Esses dados ficarão armazenados por pelo menos 5 anos após o término da investigação.

Cabe ressaltar que a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. No entanto, poderá ocasionar algum constrangimento dos entrevistados ao precisarem responder a algumas perguntas sobre o desenvolvimento de seu trabalho. A fim de amenizar este desconforto será mantido o anonimato das entrevistas. Além disso, asseguramos que você poderá deixar de participar da investigação a qualquer momento, caso não se sinta confortável com alguma situação.

Como benefícios, esperamos com este estudo, produzir informações importantes sobre as estratégias criadas por estudantes, que envolvem construção e resolução de jogos de Campo Minado, a fim de que o conhecimento construído possa trazer contribuições relevantes para a área educacional. A colaboração se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por mim assinado.

Estou ciente de que, caso eu tenha dúvida, ou me sinta prejudicado(a), poderei contatar o pesquisador responsável no endereço \_\_\_\_\_, telefone: \_\_\_\_\_, e-mail \_\_\_\_\_.

Qualquer dúvida quanto a procedimentos éticos também pode ser sanada com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), situado na Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317, Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060 e que tem como fone 55 51 3308 3738 e e-mail [etica@propesq.ufrgs.br](mailto:etica@propesq.ufrgs.br).

Fui ainda informado(a) de que posso me retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

Assinatura do Participante:

Assinatura do(a) Pesquisador(a):

Assinatura do Orientador da Pesquisa:

## ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO (MENOR)

Eu, \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_, responsável pelo(a) aluno(a) \_\_\_\_\_, da turma \_\_\_\_\_, declaro, por meio deste termo, que concordei em que o(a) aluno(a) participe da pesquisa intitulada **CONSTRUÇÃO E RESOLUÇÃO DE CAMPO MINADO: UM ESTUDO NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA ENVOLVENDO PROBABILIDADES E TOMADA DE DECISÃO**, desenvolvida pelo pesquisador **Rafael Luiz Ferreira Eleuthério**. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada/orientada por **Marilaine de Fraga Sant'ana**, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário, por meio do telefone \_\_\_\_\_ ou e-mail \_\_\_\_\_.

Tenho ciência de que a participação do(a) aluno(a) não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais, são:

- Investigar a aplicação física do jogo Campo Minado no contexto escolar para o ensino de probabilidades, realizar as construções e resoluções de jogos de Campo Minado, estudar métodos probabilísticos para a tomada de decisão, analisar conectivos lógicos “se, então”, dilemas e inconsistências lógicas.

Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações oferecidas pelo(a) aluno(a) será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários etc.), identificadas apenas pela inicial de seu nome e pela idade.

A colaboração do(a) aluno(a) se fará por meio de entrevista/questionário escrito etc., bem como da participação em oficina/aula/encontro/palestra, em que ele(ela) será observado(a) e sua produção analisada, sem nenhuma atribuição de nota ou conceito às tarefas desenvolvidas. No caso de fotos ou filmagens, obtidas durante a participação do(a) aluno(a), autorizo que sejam utilizadas em atividades acadêmicas, tais como artigos científicos, palestras, seminários, etc., sem identificação. Esses dados ficarão armazenados por pelo menos 5 anos após o término da investigação.

Cabe ressaltar que a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. No entanto, poderá ocasionar algum constrangimento dos entrevistados ao precisarem responder a algumas perguntas sobre o desenvolvimento de seu trabalho na escola. A fim de amenizar este desconforto será mantido o anonimato das entrevistas. Além disso, asseguramos que o estudante poderá deixar de participar da investigação a qualquer momento, caso não se sinta confortável com alguma situação.

Como benefícios, esperamos com este estudo, produzir informações importantes sobre as estratégias criadas por estudantes, que envolvem construção e resolução de jogos de Campo Minado, a fim de que o conhecimento construído possa trazer contribuições relevantes para a área educacional. A colaboração do(a) aluno(a) se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por mim assinado.

Estou ciente de que, caso eu tenha dúvida, ou me sinta prejudicado(a), poderei contatar o pesquisador responsável no endereço \_\_\_\_\_, telefone: \_\_\_\_\_, e-mail \_\_\_\_\_.

Qualquer dúvida quanto a procedimentos éticos também pode ser sanada com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), situado na Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317, Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060 e que tem como fone 55 51 3308 3738 e e-mail [etica@propesq.ufrgs.br](mailto:etica@propesq.ufrgs.br).

Fui ainda informado(a) de que o(a) aluno(a) pode se retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

Assinatura do Responsável:

Assinatura do(a) Pesquisador(a):

Assinatura do Orientador da Pesquisa:

**ANEXO C - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE IMAGEM E SOM (MAIOR)**

Eu,

\_\_\_\_\_, autorizo a utilização da minha imagem e som de voz, na qualidade de participante/entrevistado(a) no projeto de pesquisa intitulado “**CONSTRUÇÃO E RESOLUÇÃO DE CAMPO MINADO: UM ESTUDO NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA ENVOLVENDO PROBABILIDADES E TOMADA DE DECISÃO**”, desenvolvida pelo pesquisador **Rafael Luiz Ferreira Eleuthério**”, sob responsabilidade de **Marilaine de Fraga Sant’ana**, vinculado à Graduação em Ensino de Matemática do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Minha imagem e som de voz podem ser utilizados apenas para transcrição da entrevista e análise por parte da equipe de pesquisa. Tenho ciência de que não haverá divulgação da minha imagem nem som de voz por qualquer meio de comunicação, sejam elas televisão, rádio ou internet, exceto nas atividades vinculadas ao ensino e a pesquisa explicitadas anteriormente. Tenho ciência também de que a guarda e demais procedimentos de segurança com relação às imagens e sons de voz são de responsabilidade do pesquisador responsável.

Deste modo, declaro que autorizo, livre e espontaneamente, o uso para fins de pesquisa, nos termos acima descritos, da minha imagem e som de voz. Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável pela pesquisa e a outra com o(a) participante.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) Participante

\_\_\_\_\_  
Nome e Assinatura do(a) Pesquisador(a)

## ANEXO D - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE IMAGEM E SOM (MENOR)

Eu \_\_\_\_\_, R.G. \_\_\_\_\_, responsável pelo(a) aluno(a) \_\_\_\_\_, da turma \_\_\_\_\_, declaro, por meio deste termo, a autorização da imagem e som de voz, na qualidade de participante/entrevistado(a) no projeto de pesquisa intitulado “**CONSTRUÇÃO E RESOLUÇÃO DE CAMPO MINADO: UM ESTUDO NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA ENVOLVENDO PROBABILIDADES E TOMADA DE DECISÃO**”, desenvolvida pelo pesquisador **Rafael Luiz Ferreira Eleuthério**”, sob responsabilidade de **Marilaine de Fraga Sant’ana**, vinculado à Graduação em Ensino de Matemática do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Minha imagem e som de voz podem ser utilizados apenas para transcrição da entrevista e análise por parte da equipe de pesquisa. Tenho ciência de que não haverá divulgação da minha imagem nem som de voz por qualquer meio de comunicação, sejam elas televisão, rádio ou internet, exceto nas atividades vinculadas ao ensino e a pesquisa explicitadas anteriormente. Tenho ciência também de que a guarda e demais procedimentos de segurança com relação às imagens e sons de voz são de responsabilidade do pesquisador responsável.

Deste modo, declaro que autorizo, livre e espontaneamente, o uso para fins de pesquisa, nos termos acima descritos, da minha imagem e som de voz. Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável pela pesquisa e a outra com o(a) participante.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) Responsável

\_\_\_\_\_  
Nome e Assinatura do(a) Pesquisador(a)

## ANEXO E - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) sr(a) \_\_\_\_\_ está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar do projeto como uma atividade da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto de Matemática e Estatística da UFRGS.

A entrevista será conduzida pelo estudante **Rafael Luiz Ferreira Eleuthério**, sob a responsabilidade da Professora **Marilaine de Fraga Sant'ana**, a quem é possível contatar a qualquer momento que julgar necessário, por meio do telefone \_\_\_\_\_ ou e-mail \_\_\_\_\_.

A participação não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para fins acadêmicos. O objetivo, estritamente acadêmico do estudo, em linha geral, pretende:

- Investigar a aplicação física do jogo Campo Minado no contexto escolar para o ensino de probabilidades, realizar construções e resoluções de jogos de Campo Minado, estudar métodos probabilísticos para a tomada de decisão, analisar conectivos lógicos “se, então”, dilemas e inconsistências lógicas.

Os dados obtidos não serão divulgados, a não ser com prévia autorização e, nesse caso, será preservado o anonimato dos participantes, assegurando assim a privacidade do entrevistado. A colaboração do participante se fará por meio de uma entrevista gravada e transcrita.

Cabe ressaltar que a participação nesta entrevista não infringe as normas legais e éticas. No entanto, poderá ocasionar alguns riscos mínimos como algum constrangimento dos participantes ao precisarem responder a algumas perguntas. Asseguramos que a(o) entrevistada(o) poderá deixar de participar da entrevista a qualquer momento, caso não se sinta confortável com alguma situação e, neste caso, os dados produzidos serão descartados.

A colaboração do(a) participante se iniciará apenas a partir da confirmação de concordância da(o) entrevistada(o).

Assim, \_\_\_\_\_, declaro, por meio deste termo, que concordo em participar do projeto.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do(a) Pesquisador(a):

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Orientador da Pesquisa:

**ANEXO F - CARTA DE COMPROMISSO COM A DIREÇÃO ESCOLAR**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA



Porto Alegre, \_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

Prezada Professora Kaise Helena Ribeiro da Silva

Diretora da Escola Estadual de Ensino Médio Baltazar de Oliveira Garcia

O aluno Rafael Luiz Ferreira Eleuthério, atualmente é graduando regularmente matriculado no Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Como parte das exigências do Departamento de Matemática Pura e Aplicada para obtenção do título de Licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o graduando está desenvolvendo um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). O TCC produzido deve resultar em material didático de qualidade que possa ser utilizado por outros professores de Matemática. Neste sentido, torna-se extremamente importante realizar experimentos educacionais e, por esta razão, estamos solicitando a sua autorização para que este trabalho possa ser desenvolvido na escola sob sua Direção.

Em caso de manifestação de sua concordância, por favor, registre sua ciência ao final deste documento, o qual está sendo encaminhado em duas vias.

Enquanto pesquisadora e professora responsável pela orientação do desenvolvimento do TCC pelo graduando, reitero nosso compromisso ético com os sujeitos dessa pesquisa colocando-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos durante e após a realização da coleta de dados. Para tanto, deixo à disposição o seguinte telefone de contato: \_\_\_\_\_ (Telefone de Contato da Orientadora).

Agradecemos a sua atenção.

Cordialmente,

---

Nome da Orientadora  
Professora do Departamento de Matemática Pura e Aplicada