Tinkercad: Um objeto-para-pensar-junto na Perspectiva de uma Metodologia Ativa

Eduardo Meliga Pompermayer - IFRS - PPGIE/UFRGS -
eduardo.pompermayer@canoas.ifrs.edu.br
https://orcid.org/0000-0002-1115-1977
Marcus Vinicius de Azevedo Basso - PPGEMat/PPGIE/UFRGS - mbasso@ufrgs.br
https://orcid.org/0000-0002-2312-9056

Resumo: Este relato descreve duas atividades realizadas com estudantes de licenciatura em matemática, utilizando o software de modelagem 3D *Tinkercad*. Essas atividades foram conduzidas em dois grupos com diferentes durações, com o objetivo de investigar as potencialidades desse software como recurso de aprendizagem. A análise dessas atividades foi embasada nas teorias de Seymour Papert e Paulo Freire. Os resultados indicam que o *Tinkercad* possui potencial para promover a autonomia dos estudantes e criar um ambiente investigativo na sala de aula. Além disso, foi observado que o software apresenta características e recursos que o qualificam como um ”objeto-para-pensar-juntos”, embora sejam necessárias adaptações para maximizar seu uso efetivo.

Palavras-chave: *Tinkercad*, objeto para pensar junto, Matodologia Ativa, Modegalem 3D, Ambientes *maker*.

Tinkercad: An Objects-to-think-with-together from the Perspective of Active Methodology

Abstract: This report describes two activities conducted with undergraduate mathematics students using the 3D modeling software Tinkercad. These activities were carried out in two groups with different durations, aiming to investigate the potential of this software as a learning resource. The analysis of these activities was grounded in the theories of Seymour Papert and Paulo Freire. The results indicate that Tinkercad has great potential to promote students' autonomy and create an investigative environment in the classroom. Additionally, it was observed that the software possesses features and resources that qualify it as an ”object-to-think-with”, although adaptations are necessary to maximize its effective use.

Keywords: Tinkercad, Objects-to-think-with-together, Active Methodology, 3D modeling, Maker spaces.

1. Introdução

A busca por metodologias ativas, nas quais o estudante assume o papel de protagonista no processo de aprendizagem, tem despertado o interesse de pesquisadores na área educacional. Nesse contexto, o uso de tecnologias digitais, tem se mostrado uma estratégia eficaz. O presente artigo tem como objetivo relatar uma experiência pedagógica utilizando o software *Tinkercad* com alunos de curso de licenciatura em matemática do IFRS - Campus Canoas, visando explorar o potencial dessa ferramenta digital de acordo com as ideias de Seymour Papert (Papert *et al.*, 1980) .

O *Tinkercad* é um software multifuncional amplamente utilizado para a modelagem de objetos em três dimensões, sendo capaz de criar modelos para impressão 3D, projetos de corte a laser e circuitos eletrônicos, entre outras possibilidades. No entanto, neste artigo, concentramos nossa atenção na modelagem 3D. O software oferece a construção de modelos a partir de sólidos básicos, como cubos, prismas, pirâmides, além de permitir a criação de curvas, como paraboloides, também disponibiliza uma variedade de figuras e objetos prontos.

Um aspecto relevante do *Tinkercad* é a capacidade de compartilhamento dos projetos, permitindo a colaboração entre os usuários, dessa forma, várias pessoas podem modificar e aprimorar um mesmo objeto em construção. Além disso, o software possui um sistema de salvamento online, o que possibilita o acesso aos projetos em diferentes dispositivos móveis e em momentos e locais distintos.

Para a análise do software a pesquisa descrita neste artigo foi conduzida em duas etapas. A primeira etapa ocorreu durante uma disciplina de laboratório de ensino de matemática de curso de licenciatura. Nessa etapa, os alunos foram desafiados a criar modelos 3D utilizando o *Tinkercad*. A segunda etapa ocorreu em um projeto de ensino, com uma duração mais prolongada, permitindo um aprofundamento maior nas atividades. Novamente, os alunos foram incentivados a criar modelos 3D, porém com finalidades distintas da primeira etapa.

Ao final de cada etapa, os alunos produziram modelos 3D utilizando o *Tinkercad*. Alguns desses modelos foram selecionados e posteriormente impressos. É importante ressaltar que o foco dessas atividades estava no processo de aprendizagem durante o processo de criação, não priorizando a qualidade do produto final. Dessa forma, o objetivo principal era promover a participação ativa dos alunos, estimulando sua criatividade e explorando as potencialidades do software *Tinkercad* como uma ferramenta pedagógica.

Na próxima sessão será apresentado o embasamento teórico para tais atividades. Na sessão três apresentamos a metodologia utilizada nas atividades. Nas duas sessões seguintes encontramos os relatos de cada uma das atividades. Por fim, apresentamos as conclusões referentes as análises das observações realizadas ao longo do trabalho.

2. Fundamentação Teórica

Nesta seção serão abordadas as teorias que embasam esse trabalho, bem como são necessárias para o entendimento dos propósitos das atividades a serem apresentadas. Desta forma, iremos discutir o construcionismo de Seymor Papert e a teoria da pedagogia participativa de Paulo Freire.

2.1. Construcionismo

Papert desempenhou um papel fundamental ao promover o uso do computador como uma ferramenta para aprimorar o processo de aprendizagem dos estudantes. Suas ideias sempre enfatizaram a importância de um aluno ativo, capaz de programar o computador e, assim, adquirir conhecimento, em contraste com o simples uso do computador para reproduzir métodos de ensino já existentes na escola (Papert, 2008).

> Eles deveriam servir as crianças como instrumentos para trabalhar e pensar novas ideias. A última coisa no que eu desejava ou precisava era de um programa de exercícios e prática dizendo-me para fazer uma some ou escrever certa palavra! Por que deveríamos impor tal coisas às crianças? (Papert, 2008, p.158)

Um dos interesses centrais de Papert estava no processo de criação de ”objetos-para-pensar-com”, os quais representam uma convergência de presença cultural e conhecimento, ao mesmo tempo em que permitem a identificação pessoal do aluno com o objeto (Papert, 1980). No entanto, é importante ressaltar que esse conceito passou por revisões em decorrência das transformações ocorridas em nossa sociedade e nas tecnologias disponíveis desde a publicação das ideias de Papert. Um aspecto

relevante dessas mudanças está relacionado à forma de comunicação, especialmente com o surgimento e a disseminação das redes sociais. Nesse contexto, a noção de ”objeto-para-pensar-com”que antes se concentrava na atividade individual pode se transformar em ”objeto-para-pensar-juntos”, abrangendo os contextos individuais e comunitários, em que o computador é reconhecido como uma ferramenta e meio para esses objetos (Stevens *et al.*, 2013).

No trabalho de Stevens et al. (Stevens *et al.*, 2013), o conceito de ”objeto-para-pensar-juntos”é apresentado, juntamente com quatro aspectos considerados essenciais para sustentar a dimensão social desses artefatos. Em primeiro lugar, enfatiza-se que a plataforma deve facilitar a integração entre construção e socialização, ou seja, promover a troca de ideias e artefatos entre os estudantes. Em seguida, destaca-se a importância de a plataforma permitir que os estudantes remixem, reutilizem e expressem-se individualmente, baseando-se no modo de aprendizagem infantil, que envolve observação e imitação. A plataforma também deve possibilitar que os alunos manipulem os artefatos digitais, observando-os e modificando-os, reconhecendo o aspecto emocional desses objetos como uma forma de expressão pessoal. É fundamental que os estudantes possam observar e comentar o trabalho de seus colegas, valorizando o esforço dos pares. O terceiro aspecto destacado pelos autores é a promoção do trabalho colaborativo, exigindo que a plataforma ofereça recursos para construção em colaboração, tanto de forma síncrona quanto assíncrona. Por fim, o último aspecto ressaltado é a enculturação e a formação de equipes, em que a plataforma deve permitir que estudantes que inicialmente são meros espectadores se tornem gradualmente membros centrais do processo de trabalho. Além disso, é importante que os membros tenham suporte para suas dúvidas dentro da comunidade.

Apesar de suas primeiras publicações terem sido realizadas há aproximadamente 40 anos, em uma época em que a internet ainda não existia da forma como conhecemos hoje, e estarem relacionadas à realidade do ensino nos Estados Unidos, é possível identificar desafios semelhantes que ainda persistem atualmente, conforme apontados por Papert. É relevante ressaltar que, em suas pesquisas, Papert sempre enfatizou o envolvimento do aluno na programação, o que o inspirou a criar a linguagem LOGO [*]. Atualmente, existem outras formas diversas pelas quais os estudantes têm a oportunidade de programar máquinas, tais como softwares de geometria dinâmica como o *Geogebra*, ou também o *Scratch* que possui uma linguagem de programação baseada em blocos, ou ainda o *Tinkercad* possibilita a criação de modelos 3D por meio da combinação de sólidos.

É essencial ressaltar que provavelmente Papert hoje veria com entusiasmo a ampla gama de recursos disponíveis atualmente, uma vez que eles possibilitam a aplicação de suas ideias de diversas maneiras no ambiente escolar. Em outras palavras, essas ferramentas proporcionam ao aluno a oportunidade de se tornar um agente ativo em seu próprio processo de aprendizagem, por meio da programação do computador. É importante destacar que esse tipo de abordagem requer uma mudança significativa tanto no papel do aluno quanto no do professor. ”O computador exige que o aluno tenha participação ativa. A utilização da informática favorece, ao mudar o ”estilo”das aulas, a mudança de papéis do aluno e do professor.”(Milani, 2001, p.176) Aqui é importante estar claro que a simples presença do computador em sala de aula não irá modificar a sua dinâmica, como destaca Bona:

> ”As tecnologias digitais condicionam o modo de fazer

[*]Linguagem de programação interpretada, voltada para crianças, jovens e até adultos idealizada por Seymour Papert

> atual, mas as mudanças não ocorrem simplesmente pela sua presença na escola, criam condições para que a produção intelectual se dê por caminhos e formas que não eram possíveis sem ela."(Bona, 2012, p. 89)

Desta forma é importante discutir como se pode dar essa mudança da função do professor em sala e de como ele pode ajudar a criar tais condições para novas formas de ensino e aprendizagem. Para tal vamos discutir na próxima subseção as ideias de Paulo Freire.

2.2. Um Aluno Ativo Embasado nas Ideias de Paulo Freire

Ao discutir sobre a importância de um aluno ativo, é relevante destacar as ideias de Paulo Freire, um defensor incansável da educação que transforma o cenário tradicional de um professor ativo detentor do conhecimento e um aluno passivo receptor desse conhecimento. Freire advogou por uma sala de aula baseada no diálogo, na qual aluno e professor aprendem juntos, reconhecendo que "...ninguém educa ninguém, como tampouco ninguém se educa a si mesmo: os homens se educam em comunhão, mediatizados pelo mundo."(Freire, 1987, p.79).

Para possibilitar essas mudanças, é fundamental enfatizar, mais uma vez, a transformação dos papéis do aluno e do professor na sala de aula. Em grande parte dos casos, ainda nos deparamos com alunos passivos, e é necessário ensinar autonomia a esses estudantes. Conforme afirma Freire, "ninguém é autônomo primeiro para depois decidir. A autonomia vai se constituindo na experiência de várias, inúmeras decisões, que vão sendo tomadas."(Freire, 1996). Nesse contexto, cabe ao professor auxiliar o estudante no processo de desenvolvimento de sua autonomia, por meio da oferta de experiências estimulantes de tomada de decisão e responsabilidade, sempre respeitando a liberdade do estudante (Freire, 1996).

Como educadores, é essencial ter em mente que não se pode conhecer pelo aluno. É responsabilidade do professor desafiar o aluno, permitindo que ele perceba, por meio de sua própria prática, como é capaz de aprender por si mesmo. Nas palavras de Freire, "Meu papel de professor progressista não é apenas o de ensinar matemática ou biologia mas sim, [...] ajudá-lo a reconhecer-se como arquiteto de sua própria prática cognoscitiva."(Freire, 1996)

Atualmente, temos um cenário mais favorável, embora ainda seja necessário avançar em questões como infraestrutura escolar e capacitação docente, a fim de implementar metodologias semelhantes às propostas por Freire. Muitas escolas já possuem acesso a computadores ou notebooks com conexão à internet, que podem ser utilizados pelos estudantes. Portanto, é crucial buscar formas de disponibilizar essas metodologias aos professores que atuam nesses ambientes. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar duas experiências que utilizaram o software *Tinkercad* com estudantes de licenciatura em matemática, unindo o uso da tecnologia às ideias de Papert, proporcionando autonomia ao aluno em seu processo de aprendizagem, conforme proposto por Freire.

3. Trabalhos Relacionados

O desenvolvimento das impressoras 3D tem avançado nas últimas décadas, tornando esses equipamentos gradualmente mais acessíveis. Como resultado, houve um aumento inevitável nos estudos sobre seu uso na educação. Portanto, na busca por trabalhos relacionados aos temas das atividades aqui apresentadas, foram examinados

alguns estudos já realizados.

No estudo (Ulbrich *et al.*, 2020), foram realizadas oficinas com professores de matemática com o objetivo de introduzir a modelagem 3D como recurso educacional, incorporando aspectos artísticos à proposta. Os autores constataram que essa abordagem obteve êxito, principalmente em termos de motivação dos professores para o uso da modelagem 3D. No entanto, os recursos do software *Tinkercad* não foram analisados nesse estudo, sendo utilizado apenas como uma ferramenta auxiliar.

No trabalho (Lieban *et al.*, 2018), é relatada uma experiência em uma escola canadense com estudantes do ensino fundamental, nos quais eles criaram e modelaram jogos tanto fisicamente quanto digitalmente. Os autores constataram que os jogos podem ser adaptáveis a diferentes situações de ensino e aprendizagem, e concluíram que as habilidades matemáticas e tecnológicas puderam ser aprimoradas. O software principal explorado nesse estudo foi o *Geogebra*, enquanto o *Tinkercad* foi utilizado como uma ferramenta auxiliar.

No estudo de (Lieban *et al.*, 2019), os autores também realizaram uma abordagem utilizando jogos, mais especificamente o jogo SET, dessa vez com professores em diversas oficinas. O objetivo principal da pesquisa foi verificar as possibilidades do uso de uma abordagem baseada em jogos para o ensino de matemática. Os autores destacaram que essa abordagem se mostrou promissora, abrindo a mente dos participantes para novas perspectivas no ensino de matemática.

4. Metodologia

As atividades descritas neste artigo foram conduzidas em dois momentos distintos. A primeira atividade envolveu cinco alunos do terceiro semestre de um curso de licenciatura em matemática, durante a disciplina de Laboratório de Ensino de Matemática. Essa atividade foi realizada ao longo de três encontros, cada um com a duração de uma hora e quarenta minutos. Já a segunda atividade foi conduzida com três alunos também do curso de licenciatura em matemática que faziam parte de um projeto de ensino com duração de seis meses. A atividade realizada dentro desse projeto, que será abordada neste artigo, foi conduzida ao longo de cinco encontros, com uma duração aproximada de três horas cada.

A análise dos dados foi realizada com base nas observações do professor/pesquisador, primeiro autor deste artigo, que conduziu as atividades. Essa análise foi embasada nos diálogos estabelecidos com os estudantes durante os encontros, bem como nas anotações e registros das construções realizadas no software *Tinkercad*. Desta forma esse trabalho de carácter qualitativo, buscou-se através dos dados observados apontar os pontos fortes e fracos desse tipo de atividade com objetivo de ser replicada por outros educadores em contextos educacionais diversos.

5. *Tinkercad* como Proposta Pedagógica

Nesta seção, serão apresentadas duas atividades a serem analisadas. Devido às suas diferentes durações e procedimentos, elas serão apresentadas separadamente. Iniciaremos com a atividade realizada dentro da disciplina de laboratório de ensino de matemática, seguida pela atividade desenvolvida no âmbito do projeto de ensino.

Para uma melhor compreensão dessas propostas didáticas apresentadas neste artigo, é necessário fornecer uma explicação básica sobre o funcionamento do software *Tinkercad*. Essa plataforma permite a criação de objetos 3D a partir de formas geométricas básicas, como cubos, prismas, pirâmides, cilindros e algumas curvas, como paraboloides. O software opera por meio da combinação de sólidos, permitindo a união deles para

criar um novo objeto. Além disso, é possível selecionar um objeto como um orifício, de modo que, ao agrupá-lo com outro objeto, todas as partes que se intersectam com ele são removidas (Figura 1). O *Tinkercad* também oferece recursos para modificar medidas, posição, alinhamento e forma dos objetos.

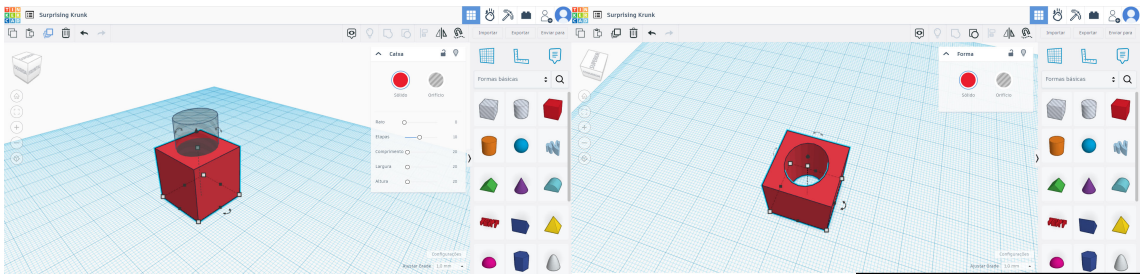

Figura 1- Software *Tinkercad*

5.1. *Tinkercad* como Ferramenta para Construção de Modelos 3D

A primeira atividade foi proposta aos alunos matriculados no terceiro semestre do curso de Licenciatura em Matemática, com o objetivo de introduzir o uso da modelagem 3D como ferramenta de aprendizagem e analisar suas potencialidades. A atividade ocorreu em três encontros, com duração de uma hora e quarenta minutos cada. A motivação para sua realização originou-se do interesse e curiosidade dos estudantes em relação ao uso das impressoras 3D disponíveis na instituição.

A atividade teve início com uma breve explicação do professor sobre o funcionamento do software *Tinkercad*, apresentando suas principais características e opções, em seguida, os estudantes foram orientados a explorar o software de forma livre. Posteriormente, o professor/pesquisador sugeriu que eles criassem um objeto com um orifício em seu centro. Nesse momento, surgiram perguntas e discussões, especialmente sobre como definir o tamanho dos objetos e o padrão de deslocamento dos sólidos na área de trabalho do aplicativo. O *Tinkercad* oferece uma ampla variedade de parâmetros ajustáveis, permitindo o deslocamento e a variação do tamanho dos objetos de 0.01 mm até 80 mm. Foi enfatizado que cada estudante tinha a liberdade de ajustar esses parâmetros de acordo com as características do objeto a ser construído. Também foram discutidas questões de alinhamento e proporção entre os objetos.

Após essa primeira etapa, os estudantes foram incentivados a criar um objeto de seu interesse, com total liberdade na escolha. Alguns estudantes optaram por criar chaveiros, enquanto outros escolheram reproduzir monumentos, personagens de jogos digitais ou peças de um cubo mágico que estava danificado. As construções apresentavam diferentes graus de dificuldade, mas as discussões sobre cada uma foram realizadas de forma coletiva. Os estudantes foram encorajados a realizar as construções durante as aulas, mas também tiveram a opção de trabalhar em seus projetos fora do horário das aulas, pois o *Tinkercad* possui um sistema de salvamento online que permite o acesso às construções em diferentes dispositivos.

Durante a atividade, surgiram questões que foram compartilhadas com todo o grupo. Um exemplo foi o caso de um estudante que estava medindo o tamanho de uma peça do cubo mágico (Figura 2) utilizando uma régua convencional. O professor/pesquisador fez observações sobre a relevância da acurácia das medidas para garantir o funcionamento adequado da peça. Nesse momento, foi discutido e demonstrado aos estudantes o uso do paquímetro, explicando como fazer a leitura das medidas com essa

ferramenta e as diferentes maneiras de utilizá-la. Outro exemplo foi a discussão sobre as construções, as quais eram elaboradas a partir da utilização de vários sólidos, que para as quais a ordem de agrupando dos objetos também era importante para se chegar ao resultado desejado.

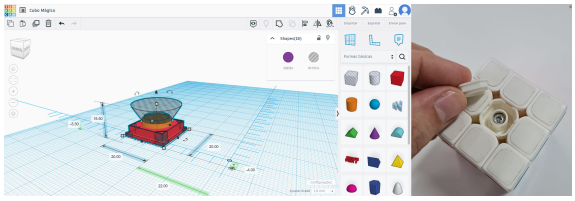

Figura 2- Contrução do modelo da peça do cubo mágico.

Outras construções proporcionaram discussões diversas, como o uso de formas geométricas incomuns, por exemplo, o paraboloide escolhido por um estudante para construir um personagem. Como os estudantes ainda não haviam estudado esse tipo específico de curva, surgiram oportunidades para discutir e explorar esses elementos. Ao longo da atividade, os estudantes frequentemente precisavam revisitar conceitos, especialmente no âmbito da geometria, como a espessura dos objetos e o raio de figuras circulares. A flexibilidade do software permitia que eles retrocedessem a etapas anteriores da construção, corrigindo possíveis erros, o que se mostrou favorável para a aprendizagem dos estudantes.

A terceira aula da atividade foi dedicada à apresentação dos resultados finais pelos estudantes. Durante esse momento, os alunos eram incentivados a agrupar e desagrupar seus objetos, a fim de discutir as construções e explorar possíveis abordagens alternativas. Isso possibilitou que os próprios estudantes oferecessem sugestões e ajudassem a aprimorar o trabalho de seus colegas. Em seguida, foi feito um convite para que aqueles que estivessem interessados pudessem imprimir suas construções no laboratório da instituição. Por fim, as construções foram compartilhadas com todos os participantes, caso tivessem interesse em revisitar esses trabalhos no futuro.

5.2. Utilizando Modelagem 3D para Criação de Jogos

A segunda proposta didática descrita neste artigo ocorreu no âmbito de um projeto de ensino e apresenta uma configuração distinta da atividade anterior. O objetivo do projeto era promover e discutir o uso de laboratórios *makers* no processo de criação de jogos de tabuleiro. Tendo também como objetivo introdução a modelagem 2D e 3D aos participantes, os quais eram professores em formação. Desta forma, buscando apresentar possibilidades de uso desse ambiente em futuras atividades educacionais em contextos de aprendizagem de geometria. Esta atividade em particular envolveu o uso do *Tinkercad* para modelagem e posterior fabricação de um jogo. Cada encontro teve uma duração de três horas e a atividade descrita neste relato ocorreu ao longo de cinco encontros, também com momentos de trabalho não presenciais.

Os dois primeiros encontros tiveram como objetivo apresentar aos alunos integrantes do projeto diferentes jogos selecionados pelo professor/pesquisador. Após a experiência de cada jogo, foram realizadas discussões sobre suas mecânicas e o potencial de uso em sala de aula, com foco principalmente na aprendizagem da matemática, uma vez que todos os participantes eram estudantes do curso de licenciatura em matemática, os quais estavam em etapas distintas do curso.

No terceiro encontro, foi proposto aos estudantes que escolhessem um dos jogos

para criar uma nova versão. Foi observada certa dificuldade dos estudantes em fazer essa escolha e pensar em uma variação do jogo. Diante dessa situação, o professor/pesquisador sugeriu algumas opções e os estudantes decidiram criar uma versão 3D do jogo de cartas SET. Esse jogo é composto por cartas que apresentam quatro características impressas: tipo de figura, quantidade, preenchimento e a cor. Cada uma dessas características possui três configurações distintas.

Após definir o jogo a ser reproduzido, os estudantes começaram a pensar no processo de construção dos modelos 3D das peças. Eles discutiram como poderiam representar as características das cartas. As cores foi o aspecto simples, pois seriam mantidas de forma semelhante. A solução para o preenchimento das cartas foi criar três símbolos diferentes para serem vazados nas peças, enquanto a característica de quantidade de figuras gerou mais discussão. Para a qual decidiu-se utilizar diferentes alturas para as peças. Quanto as formas das peças, a fim de facilitar a modelagem e impressão, o grupo optou por figuras geométricas simples as quais eram familiarizados.

Em seguida, o professor/pesquisador pediu que os estudantes determinassem a quantidade de peças necessárias para representar todas as combinações possíveis do jogo, obviamente sem realizar a contagem do número de cartas. Vale ressaltar que o jogo possui todas as combinações possíveis dessas características. Durante essa discussão, surgiram distintas abordagens de organizar o raciocínio. De forma conjunta, os alunos decidiram que as cores poderiam ser tratadas separadamente, uma vez que essas três configurações seriam determinadas pelo filamento utilizado na impressão. Os alunos criaram uma tabela no quadro (Tabela 1), que permitiu verificar que seriam necessárias 27 peças, as quais deveriam ser impressas em três cores diferentes, totalizando 81 peças.

Tabela 1- Organização utilizada pelos estudantes para determinar o número total de peças.

	Forma 1	*Forma 2*	*Forma 3*
Altura 1	Símbolos 1, 2 e 3	Símbolos 1, 2 e 3	Símbolos 1, 2 e 3
Altura 2	Símbolos 1, 2 e 3	Símbolos 1, 2 e 3	Símbolos 1, 2 e 3
Altura 3	Símbolos 1, 2 e 3	Símbolos 1, 2 e 3	Símbolos 1, 2 e 3

Após essa etapa, deu-se início à modelagem das peças no *Tinkercad*. Os estudantes discutiram em conjunto quais formas seriam mais adequadas para serem utilizadas. Com o objetivo de tornar o jogo o mais compacto possível, optou-se por formas simples, como quadrado, triângulo e círculo (Figura 3). Uma dificuldade dos estudantes foi determinar as três alturas das peças de forma que fossem facilmente identificáveis. Nesse ponto, foi necessário imprimir três peças de testes, o que se mostrou importante, pois a primeira versão não foi satisfatória. A configuração final das três alturas foi definida como 5mm, 10mm e 15mm.

Após a aprovação dos protótipos, os estudantes deram início à impressão das peças. Ao término deste processo, os estudantes realizaram algumas partidas para validar o novo modelo do jogo. A avaliação dos participantes indicou que a versão criada por eles mostrou-se satisfatória e utilizável, de acordo com seus objetivos. Assim, obtiveram uma nova versão do jogo SET que preservava suas características e, principalmente, era totalmente funcional.

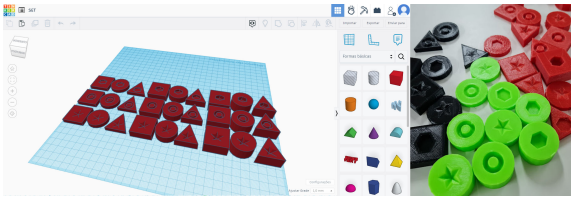

Figura 3- Modelo 3D e versão final do jogo SET

6. Conclusões

Com base nas observações realizadas nas duas atividades, foi possível constatar o potencial do software *Tinkercad* como uma ferramenta que permitiu aos estudantes explorar novas ideias e conceitos. Por meio de suas interações e das diferentes configurações utilizadas, os alunos puderam avançar em suas construções, explorando conceitos que já dominavam e adquirindo novos conhecimentos. Dessa forma, eles estavam utilizando o computador, alinhando-se com as ideias de Seymour Papert, pois a partir do software podiam programar os objetos para alcançar as construções desejadas.

É importante destacar que momentos nos quais os alunos foram instigados a refletir sobre a importância da utilização de medidas com um grau de precisão elevado foram significativos para à aprendizagem dos estudantes. Aprender a utilizar o paquímetro durante essa atividade provavelmente se tornou mais relevante para o aluno do que se ele tivesse aprendido essa habilidade em um momento desvinculado de sua necessidade. A discussão sobre o conceito de paraboloide com alunos que ainda não haviam estudado esse tipo de curva possui potencial para conferir significado a um estudo futuro mais aprofundado sobre esse tema. Da mesma forma, as diferentes estratégias para o cálculo combinatório criadas pelos alunos para determinar a quantidade de peças do jogo SET permitiram aprofundar conceitos de análise combinatória. Esses exemplos reforçam como problemas que surgem dos próprios alunos proporcionam oportunidades para a aprendizagem de novos conceitos, os quais se tornam mais relevantes e auxiliam em seu processo de aprendizagem.

Vale ressaltar que as metodologias adotadas nas duas atividades criaram um ambiente de pesquisa entre os participantes, sobretudo devido à liberdade de escolha do que seria trabalhado e às discussões em grupo sobre os diferentes desafios e problemas enfrentados. Isso possibilitou que os alunos se tornassem agentes ativos de sua própria aprendizagem, criando um ambiente semelhante ao defendido por Paulo Freire em seus trabalhos. Além disso, ficaram claras as modificações dos papeis em sala de aula, onde o professor/pesquisador passou a ser muito mais um orientador do processo, sendo seu papel auxiliar e guiar os estudantes para alcançar seus objetivos.

A capacidade de retroceder facilmente em uma construção, proporcionada pelo *Tinkercad*, revelou-se uma ferramenta interessante durante o processo de modelagem dos estudantes. Muitas vezes, ao realizar uma construção de forma equivocada, os alunos podiam simplesmente retroceder, desfazendo seu erro e compreendendo como corrigi-lo de maneira fácil. Esse processo foi de extrema importância para a aprendizagem, pois os alunos obtiveram um *feedback* imediato sobre o que poderiam fazer de forma diferente. Além disso, o sistema de compartilhamento e salvamento online também se mostrou um recurso interessante, permitindo que colegas e o professor/pesquisador acessassem as construções, analisassem-nas e oferecessem suporte em momentos e locais diferentes dos encontros presenciais.

Ao analisarmos o software como um ”objeto-para-pensar-juntos”, de acordo com o conceito de (Stevens *et al.*, 2013), podemos identificar características que estão

alinhadas com a ideia desses objetos, mas também encontramos algumas limitações que precisam ser superadas. Como pontos fortes, destacamos a facilidade com que os estudantes podem manipular e modificar os objetos, bem como os recursos que permitem o compartilhamento e a colaboração entre os alunos durante as construções. Também merece destaque a presença de vários tutoriais na plataforma, que permitem aos estudantes avançarem de forma autônoma na exploração dos recursos disponíveis. No entanto, em relação à possibilidade de comunicação e troca de ideias dentro da plataforma, os recursos atualmente disponíveis não são tão adequados. Para superar essa limitação, é recomendado que o professor incentive o diálogo entre os alunos durante os momentos presenciais e promova a utilização de fóruns para os momentos assíncronos, proporcionando um ambiente propício para a discussão e o compartilhamento de ideias.

Por fim, por meio da análise das duas atividades, foi possível identificar o potencial do *Tinkercad* tanto para ser usado como uma ferramenta na qual o aluno programa o computador para resolver um problema significativo para ele, unindo assim as ideias do construcionismo de Seymour Papert e da pedagogia participativa de Paulo Freire. E também que a partir da metodologia de trabalho adotada o estudante se tornou um agente ativo em sala de aula e o professor/pesquisador um mediador desse processo.

7. Agradecimentos

Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologias do Rio Grande do Sul - Campus Canoas e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Referências

Bona, A. S. d. Espaço de aprendizagem digital da matemática: o aprender a aprender por cooperação. Porto Alegre: UFRGS, 2012. 252p. Tese de Doutorado.

Freire, P. Pedagogia do oprimido. São Paulo: Paz e Terra, 1987.

Freire, P. Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

Lieban, D.; Barreto, M. M.; Reichenberger, S.; Lavicza, Z.; Schneider, R. M. Developing mathematical and technological competencies of students through remodeling games and puzzles. In: Proceedings of Bridges 2018: Mathematics, Art, Music, Architecture, Education, Culture. [S.l.], 2018. p. 379–382.

Lieban, D.; Kristinsdóttir, B.; Lavicza, Z. *et al.* Setting a creative math task with set 3d: Modeling physical pieces through digital resources. In: Bridges 2019 Conference Proceedings. [S.l.], 2019. p. 489–492.

Milani, E. A informática e a comunicação matemática. Ler, escrever e resolver problemas: Habilidades básicas para aprender matemática, p. 176–200, 2001.

Papert, S. Children, computers and powerful ideas. Harvester Press (Unitend Kingdom). DOI, v. 10, p. 978–3, 1980.

Papert, S. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

Papert, S.; Valente, J. A.; Bitelman, B. Logo: computadores e educação. Sãu Paulo: Brasiliense, 1980.

Stevens, G.; Boden, A.; Rekowski, T. von. Objects-to-think-with-together. In: Springer. [S.l.]: End-User Development: 4th International Symposium, IS-EUD 2013, Copenhagen, Denmark, June 10-13, 2013. Proceedings 4, 2013. p. 223–228.

Ulbrich, E. *et al.* Come to steam. we have cookies! In: Proceedings of Bridges 2020: Mathematics, Art, Music, Architecture, Education, Culture. [S.l.], 2020. p. 297–304.