

ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE A TEORIA DA FLEXIBILIDADE COGNITIVA, A TAXONOMIA REVISADA DE BLOOM E O JOGO *MINECRAFT* PARA ENSINO E APRENDIZAGEM DE CONCEITOS FÍSICOS DE MOVIMENTO E ENERGIA MECÂNICA

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIPS BETWEEN COGNITIVE FLEXIBILITY THEORY, BLOOM'S REVISED TAXONOMY, AND THE GAME MINECRAFT FOR TEACHING AND LEARNING PHYSICAL CONCEPTS OF MOTION AND MECHANICAL ENERGY

Rodrigo Ferreira Marinho¹ 

Rodrigo Claudino Diogo² 

Resumo

Este trabalho assume como objetivo analisar se a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) e a Taxonomia Revisada de Bloom (TRB) podem ser articuladas de modo a possibilitar a criação e a avaliação de atividades de ensino e aprendizagem de Física mediadas pelo jogo *Minecraft*. A TFC, proposta por Rand Spiro, enfatiza a importância da reestruturação do conhecimento em domínios complexos, promovendo múltiplas representações e a aplicação prática do conhecimento. A TRB organiza os objetivos educacionais em níveis de complexidade crescente: lembrar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar. O jogo *Minecraft* serviu como um ambiente que permite explorar conceitos físicos de forma interativa e prática, alinhando-se aos princípios da TFC e da TRB. A partir da análise desses princípios propomos uma estrutura de quatro etapas para que os estudantes realizem tarefas no jogo. Cada etapa é constituída por atividades criadas dentro do jogo e que abordam conceitos como energia cinética, potencial gravitacional e mecânica, movimento uniforme e uniformemente variado e trabalho de forças dissipativas. Um teste do ambiente construído (mapa) foi realizado em uma oficina de 3h no segundo semestre de 2024 com sete participantes. A partir dos resultados desta aplicação observamos que a combinação da TFC e da TRB por meio do jogo *Minecraft* pode enriquecer o processo de ensino-aprendizagem, oferecendo uma abordagem adaptável e envolvente.

Palavras-chave: Taxonomia Revisada de Bloom. Teoria da Flexibilidade Cognitiva. *Minecraft*. Ensino do Física.

Abstract

This work aims to analyze whether the Cognitive Flexibility Theory (CFT) and Bloom's Revised Taxonomy (BRT) can be articulated in order to enable the creation and evaluation of Physics teaching and learning activities mediated by the game *Minecraft*. The CFT, proposed by Rand Spiro, emphasizes the importance of restructuring knowledge in complex domains, promoting multiple representations and the practical application of knowledge. BRT organizes educational objectives into levels of increasing complexity: remember, understand, apply, analyze, evaluate, and create. The *Minecraft* game served as an environment that allows you to explore physical concepts in an interactive and practical way, aligning with the principles of CFT and BRT. Based on the analysis of these principles, we propose a four-step structure for students to perform tasks in the game. Each stage consists of activities created within the game and that address concepts such as kinetic energy, gravitational and mechanical potential, uniform and uniformly varied movement and dissipative force work. A test of the built environment (map) was carried out in a 3-hour workshop in the second half of 2024 with seven participants. From the results of this application, we observe that the combination of CFT and BRT through the *Minecraft* game can enrich the teaching-learning process, offering an adaptable and engaging approach.

Keywords. Bloom's Revised Taxonomy. Cognitive Flexibility Theory. *Minecraft*. Physics Teaching.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) - Câmpus Jataí - rodrigo.marinho@ifg.edu.br - <https://orcid.org/0009-0004-8496-2481> - <http://lattes.cnpq.br/3800749647069676>

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG) - Câmpus Anápolis - rodrigo.diogo@ifg.edu.br - <https://orcid.org/0000-0001-6955-9484> - <http://lattes.cnpq.br/9875789365066119>

Introdução

A Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) (Carvalho, 2000) proposta por Rand Spiro e colaboradores estuda a aprendizagem em domínios complexos e pouco estruturados. A teoria postula que a característica fundamental que define os especialistas neste tipo de domínio é a capacidade de reestruturar de formas muito diversas seu conhecimento em resposta às características, fortemente mutáveis e singulares, das situações e problemas que enfrentam. Para atingir essa “flexibilidade cognitiva”, o ensino deve proporcionar múltiplas representações dos conteúdos e ser baseado na apresentação de múltiplos casos para um mesmo conceito em contextos diversos.

A Taxonomia Revisada de Bloom (TRB) é uma atualização da original, criada por Benjamin Bloom na década de 1950. Ela organiza os objetivos educacionais em níveis hierárquicos de complexidade crescente, ajudando a estruturar currículos e avaliações. Na versão revisada, os seis níveis do domínio cognitivo foram renomeados e transformados em verbos para refletir ações. Os níveis são lembrar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar. Essa estrutura ajuda educadores a planejar e avaliar o aprendizado de forma mais eficaz (Forehand, 2005).

O *Minecraft* é um jogo digital que permite aos jogadores criarem e explorarem mundos virtuais construídos a partir de blocos. Classificado como um jogo em primeira pessoa no estilo *sandbox*³, sua dinâmica e flexibilidade sugerem que o jogo tenha potencial para ser uma ferramenta educacional, pois estimulam a interação, a exploração e a apropriação de conhecimentos científicos (Costa Junior, 2022). Tendo em vista suas características, é possível considerar o ambiente do jogo *Minecraft* como um domínio complexo e pouco estruturado, como é previsto na TFC.

Dado esse contexto, este trabalho assume como objetivo analisar se a TFC e a TRB podem ser articuladas de modo a possibilitar a criação e a avaliação de atividades de ensino e aprendizagem de Física mediadas pelo jogo *Minecraft*.

As relações entre a TFC, TRB e o jogo *Minecraft*

A TFC é, segundo Carvalho (2000) uma teoria construtivista de ensino e aprendizagem desenvolvida por Rand Spiro e colaboradores. Ela se baseia na ideia de que a aquisição de conhecimentos em domínios complexos e pouco-estruturados requer uma abordagem flexível e multidimensional. A teoria propõe que os aprendizes devem ser capazes de analisar a mesma informação por diferentes ângulos e perspectivas, permitindo uma compreensão mais profunda e

³ *Sandbox* remete à ideia do brinquedo “caixa de areia”, onde não há limites para a imaginação e construção.

multifacetada do assunto. A flexibilidade cognitiva, que dá à teoria, envolve a capacidade de reestruturar o conhecimento de forma adaptativa para se adequar a novas situações, promovendo a transferência eficaz de conhecimento.

Carvalho (2000) cita ainda que a aquisição de conhecimentos de nível avançado em domínios complexos e pouco-estruturados, de acordo com a TFC, envolve a necessidade de demonstrar a complexidade e a irregularidade desses domínios. Isso é feito através da utilização de múltiplas representações do conhecimento, centrando o estudo em situações concretas (mini casos) para aplicar o conhecimento conceitual. É importante dar ênfase ao conhecimento aplicado a situações reais em vez de conhecimento abstrato, permitindo a construção de esquemas flexíveis por meio da apresentação de situações específicas. Além disso, é crucial evidenciar múltiplas conexões entre conceitos e mini casos, evitando compartimentar o conhecimento. Vale destacar que o fato de o estudante participar ativamente do processo de aprendizagem dentro da teoria, desempenha um papel fundamental na aquisição de conhecimentos de nível avançado em domínios complexos e pouco-estruturados.

O estudo de Carvalho (2000) indica a necessidade de que os sujeitos possuam um conhecimento prévio das situações em análise e dos temas relevantes antes de iniciar a desconstrução, que surge na TFC como uma forma dos sujeitos abordarem a complexidade das situações em análise por meio dos temas que se aplicam a elas. Em termos práticos, a desconstrução manifesta-se na análise de mini casos por meio de diferentes temas ou perspectivas, permitindo uma compreensão mais profunda e multifacetada do caso em estudo.

Mini casos são, segundo Carvalho (2000), unidades pequenas e complexas de instrução utilizadas juntamente com os temas pertinentes e comentários temáticos para facilitar a compreensão e a aplicação do conhecimento. A autora ainda cita que a validação da TFC é feita através de testes e avaliação. Os testes devem integrar itens que revelem a complexidade do assunto estudado e testar a capacidade de aplicar o conhecimento em situações concretas. Já a avaliação, que seria um teste mais complexo, deve incidir sobre um nível profundo de compreensão do assunto e na capacidade de aplicar o conhecimento em diferentes situações.

Dentro do jogo *Minecraft*, podemos prover aos estudantes situações com diferentes níveis de complexidade e de estruturação em que precisam lidar com diferentes elementos e desafios, por exemplo, construir uma casa segura, coletar recursos para evoluir, seja para ficar mais resistente ou se alimentar. Isso caracteriza, a depender do que o estudante realiza, um ambiente complexo e pouco estruturado que pode ser utilizado para a aprendizagem de determinado domínio de conhecimento.

A partir da natureza do jogo, com suas diversas possibilidades de construção, temos as múltiplas representações, que surgem quando os jogadores representam o conhecimento de várias maneiras, seja construindo estruturas, resolvendo problemas, criando sistemas dentro do jogo, sobrevivendo ou alcançando algum objetivo proposto. Além disso, ao explorar e interagir com diferentes cenários e situações dentro do mundo de *Minecraft*, o jogador aplica seu conhecimento, configurando o que a TFC denomina de estudo de mini casos.

Outra característica do *Minecraft* é que os jogadores devem ser flexíveis e adaptáveis aos diferentes desafios e situações que surgem no jogo. Essa flexibilidade cognitiva pode ser observada a partir das construções feitas pelos jogadores, das interações com o ambiente e da resolução de problemas.

As conexões múltiplas surgem quando os jogadores estabelecem conexões entre diferentes conceitos, estruturas e mecânicas dentro do jogo, promovendo uma compreensão mais profunda e abrangente dos domínios de conhecimento. Assim, vemos que o uso do *Minecraft* permite que os jogadores participem ativamente na construção de conhecimentos, na resolução de problemas e na exploração de conceitos complexos de forma prática e envolvente.

Desse modo, o uso de *Minecraft* como ferramenta educacional pode proporcionar uma experiência de aprendizagem imersiva e interativa, alinhada com os princípios da teoria da flexibilidade cognitiva para a aquisição de conhecimentos avançados em domínios complexos e pouco-estruturados.

Para estruturar as atividades dentro da TFC, podemos fazer uso da TRB proposta por Lorin Anderson e colaboradores pois ela serve como base metodológica para o planejamento e desenvolvimento das atividades que serão realizadas pelos estudantes, de forma a garantir uma progressão no aprendizado e na aplicação dos conceitos de forma prática e interativa. Ela consiste em seis etapas: recordar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar (Forehand, 2005).

Na etapa de recordar, os estudantes são desafiados a lembrar e reconhecer informações previamente aprendidas, já na de compreender, eles são incentivados a demonstrar compreensão das informações, interpretando-as e explicando-as com suas próprias palavras. Na etapa de aplicar, indica que os estudantes são desafiados a aplicar as informações aprendidas em novas situações ou contextos, passando na sequência à etapa de analisar onde eles são incentivados a analisar as informações, identificando padrões, relações e componentes essenciais.

Na quinta etapa, avaliar, os estudantes são desafiados a fazer julgamentos e avaliações com base em critérios específicos e por fim criar, onde eles são incentivados a criar algo, utilizando o conhecimento adquirido de forma original e criativa.

Assim como na TFC, podemos relacionar as etapas da TRB com situações, ações e interações que podem ser experienciadas pelos estudantes no jogo *Minecraft*. A etapa recordar pode ser identificada quando os jogadores precisam lembrar detalhes fundamentais do jogo ou associar conhecimentos prévios com a dinâmica do jogo. Já a etapa compreender, pode ser vista quando os jogadores explicam como certos mecanismos do jogo funcionam. As etapas aplicar e analisar surgem quando os jogadores aplicam suas habilidades e conhecimentos para resolver problemas ou criar construções e mecanismos dentro do jogo como, por exemplo, quando os jogadores analisam diferentes aspectos do jogo, como biomas ou estratégias de sobrevivência, e fazem comparações detalhadas.

Na sequência, a etapa de avaliar pode ser relacionada aos momentos nos quais os jogadores estimam a eficácia de diferentes estratégias ou métodos, fazendo julgamentos sobre o que funciona melhor em determinadas situações. Por fim, quando os jogadores usam sua criatividade e conhecimentos para projetar e implementar estruturas, sistemas ou até mesmo construções mais estruturadas e complexas, eles estão manifestando a etapa criar.

Tendo em vista essas considerações, assumimos que o jogo *Minecraft* apresenta-se como uma plataforma que pode ser preparada como um ambiente de aprendizagem que esteja adequado à TFC e à TRB. Porém, faz-se necessário questionar se é possível e quais seriam as razões para a adoção simultânea desses referenciais, ou seja, a combinação entre a TFC e a TRB possibilita organizar o ensino de modo a potencializar a aprendizagem dos estudantes?

Em relação à compreensão dos conceitos, a TFC incentiva os alunos a reestruturarem seu conhecimento para resolver problemas novos e complexos e ao aplicar essa teoria, os alunos podem ir além da simples memorização e compreender os conceitos em profundidade. Já a TRB considera diferentes níveis de aprendizagem, desde a compreensão básica até a avaliação crítica.

Temos também uma flexibilidade na abordagem dos conteúdos, pois a TFC permite que os educadores adaptem sua abordagem de ensino com base nas necessidades dos alunos, o que é especialmente útil em um ambiente diversificado de aprendizado, enquanto a TRB oferece uma estrutura flexível para definir objetivos específicos. Portanto, a adoção da TRB permite que os educadores possam escolher atividades e avaliações que atendam aos diferentes níveis cognitivos dos alunos.

O uso da TFC e da TRB pode ser feito com atividades práticas reflexivas. Assim, quando os alunos participassem de atividades práticas, essas experiências promoveriam uma compreensão mais profunda do conhecimento em jogo. Desse modo as atividades não devem levar a uma prática impensada, mas fazer com que os estudantes analisem suas próprias soluções, sintetizem novas ideias e avaliem seu próprio progresso.

Em resumo, a combinação entre a TFC e a TRB se mostra viável e pode resultar em uma abordagem de ensino abrangente e adaptável. Nessa perspectiva, os educadores podem personalizar suas estratégias de acordo com os objetivos de aprendizagem e as necessidades dos alunos, tornando o processo de ensino mais envolvente, atraente e eficiente.

Analizando a estrutura da TFC e da TRB, podemos notar que elas podem se complementar para que possamos estruturar atividades educacionais usando o jogo *Minecraft* como ferramenta de ensino-aprendizagem, a TFC traz uma base teórica que é complementada com a metodologia trazida pela TRB.

Uma proposta de conexão entre TFC, TRB e *Minecraft* para o ensino de Física

Considerando a TFC, a TRB e o uso do jogo *Minecraft* para o ensino e aprendizagem, elaboramos uma estrutura básica para as atividades dentro do jogo *Minecraft*, composta por quatro etapas:

Etapa 1) Recordar (TRB) conhecimentos prévios (TFC): Partir de um exemplo ou exemplos de estruturas construídas no jogo para que os alunos possam ver os blocos sendo usados, mas sem mostrar como eles funcionam, aqui é feito um tour para que eles possam ver o que está no jogo e fazer associações mentais com o que já conhecem.

Etapa 2) Compreender (TRB) e desconstruir (TFC): Acesso dos alunos a ambientes que contêm explicações de como os blocos funcionam no jogo e quais são as suas relações com os conceitos físicos para desconstruir conceitos antigos e construir novos.

Etapa 3) Aplicar, analisar e avaliar (TRB) mini casos e testes (TFC): Ambiente com atividades propostas para que os alunos possam interagir com o jogo para resolver situações problemas envolvendo os blocos relacionados e a partir disto pensar em possibilidades e usos para os blocos.

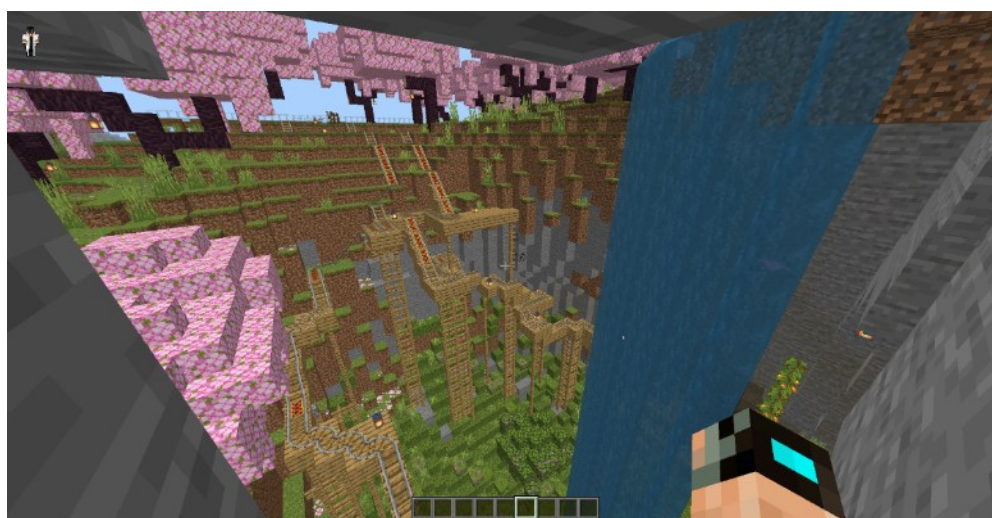
Etapa 4) Criar (TRB) e avaliar (TFC): Ambiente de criação livre na qual os alunos deverão usar os blocos relacionados de maneira a construir novos usos e possibilidades, a partir das construções, avaliar o aprendizado.

Com base nessa estrutura, foram elaborados, no *Minecraft* ambientes e atividades para o estudo dos conceitos físicos de movimento e energia mecânica. Para isso, utilizamos carrinhos de minas e os diversos tipos de trilhos disponíveis (normal, elétrico, detector e ativador), além de alguns outros blocos para ativar os trilhos. A seguir apresentamos as etapas – e seus ambientes e atividades, e a análise de uma aplicação realizada durante uma oficina para um grupo de estudantes e docentes em um evento ocorrido no segundo semestre de 2024.

Com o objetivo de ambientar os participantes também foi elaborado um ambiente com tutorial e comandos básicos necessários, como uma etapa preliminar optativa. Nela eles poderiam aprender a se movimentar e interagir com os elementos usados.

Para a etapa 1, temos três áreas construídas. Na figura 1, mostramos um ambiente no estilo de uma montanha russa onde os participantes podem percorrer dentro do carrinho de minas, observando funcionamento do movimento do carrinho de mina através dos trilhos.

Figura 1 - Montanha russa para observar movimentos (Etapa 1/Área 1).



Fonte: Os autores

A segunda área (figura 2), mostra o uso de alavancas para modificar a direção dos trilhos, trazendo a possibilidade de termos trajetetos diferentes.

Figura 2 – Alavancas e carrinhos com trilhos (Etapa 1/Área 2).

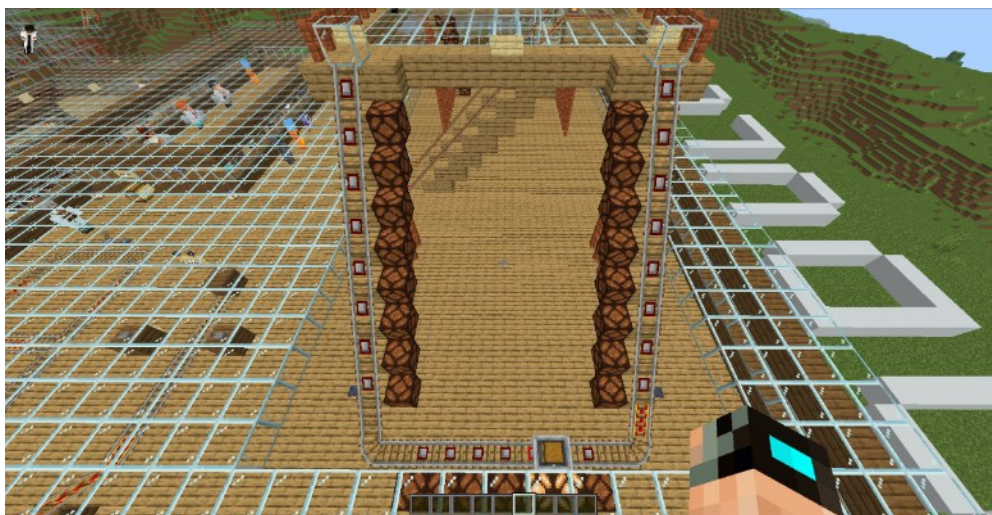


Fonte: Os autores

Finalizando a etapa 1, mostramos as figuras 3 e 4, em que existem rampas pelas quais o carrinho de minas pode ser colocado. A interação com essas rampas possibilita a observação do movimento e a conservação da energia mecânica nos processos.

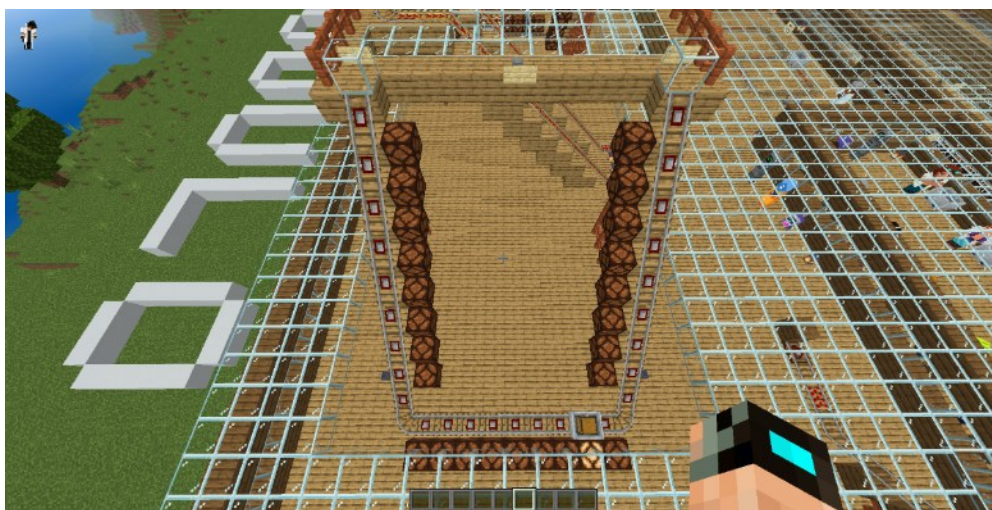
Na figura 3, temos o uso de um trilho elétrico (vermelho e dourado abaixo e à esquerda) que mantém o carrinho em movimento, compensando a perda de energia, já na figura 4, sem o trilho, o carrinho vai perdendo energia e logo cessa o movimento. Em ambas as construções foram usados trilhos detectores para acender lâmpadas quando o carrinho de minas passa, para facilitar a visualização.

Figura 3 – Rampa de carrinhos de minas com trilho elétrico (Etapa 1/Área 3).



Fonte: Os autores

Figura 4 - Rampa de carrinhos de minas sem trilho elétrico (Etapa 1/Área 4).



Fonte: Os autores

A interação com todas estas estruturas e blocos poderá fazer com que o estudante realize associações dos conceitos físicos envolvidos e seus conhecimentos prévios com cada um dos blocos trabalhados dentro do jogo.

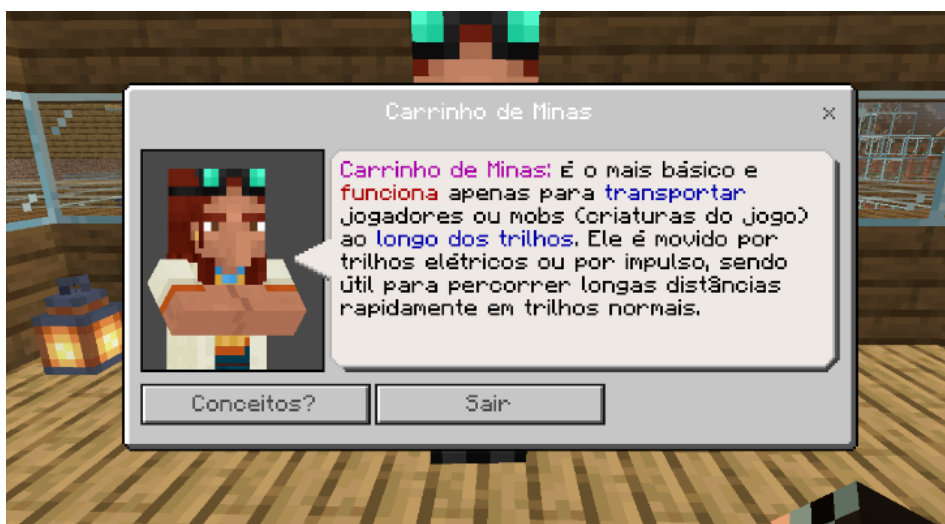
Após essa interação inicial, os estudantes são direcionados ao ambiente que objetiva o desenvolvimento da etapa 2, na qual os estudantes irão compreender, através de informações, o funcionamento dos blocos usados na etapa 1 e os conceitos físicos relacionados a esses blocos. Para essa etapa, foi construída uma sala (figura 5), onde o estudante pode interagir com os NPCs (personagens não jogáveis), que são um recurso do jogo que permite acesso à caixa de diálogos e botões com comandos (figura 6).

Figura 5 - Sala de estudos (Etapa 2)



Fonte: Os autores

Figura 6 - Diálogo com NPC sobre carrinho de minas.



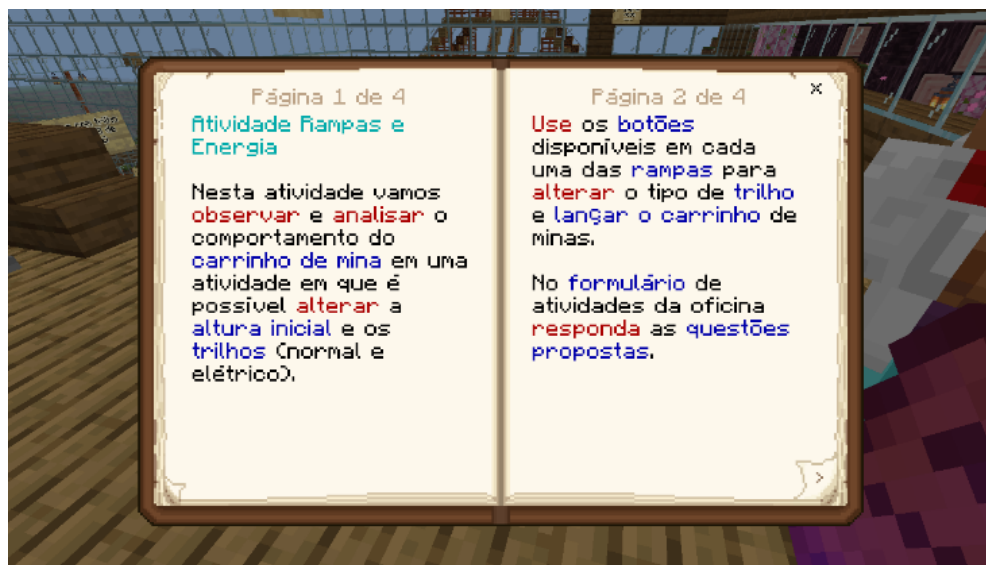
Fonte: Os autores

Os estudantes receberão em tela informações sobre os blocos e os conceitos físicos envolvidos, além dos blocos usados nas construções. Também são explicados os conceitos de energia cinética, energia potencial gravitacional, energia mecânica, movimento uniforme (MU), movimento uniformemente variado (MUV) e trabalho de forças dissipativas, todos por meio do uso de botões e diálogos com NPCs.

Finalizada a segunda etapa e já entendendo o funcionamento dos blocos, os estudantes iniciam a terceira etapa, que contém atividades propostas para que eles possam através de observação, aplicar e analisar os conceitos físicos.

Para a etapa 3, foram construídas três atividades, que detalharemos a seguir. As orientações para as atividades foram fornecidas através do recurso livro e pena do jogo (figura 7), onde é possível escrever e salvar textos. As respostas às questões propostas nas atividades foram coletadas por meio de um formulário *online*.

Figura 7 - Livro com orientações para a atividade “Rampas e Energia” (Etapa 3/Orientações).



Fonte: Os autores

A primeira atividade foi elaborada para o estudo do movimento uniforme (figura 8), sendo que a velocidade do carrinho é mantida constante por meio do uso de trilhos elétricos e é possível alterar o trajeto do carrinho através das alavancas. Assim, dependendo da alavanca que é acionada o carrinho percorre uma quantidade diferente de trilhos (distância) em quatro circuitos distintos.

A segunda atividade construída foi para a observação da transformação da energia potencial gravitacional em energia cinética e o comportamento de forças dissipativas (figura 9). Os estudantes

liberam os carrinhos de minas do alto das rampas e observam a distância percorrida através do uso de trilhos detector e de lâmpadas que acendem na posição atual do carrinho.

Figura 8 – Atividade sobre movimento uniforme (Etapa 3/Atividade 1).



Fonte: Os autores

Figura 9 - Atividade rampas e energia (Etapa 3/Atividade 2).



Fonte: Os autores

A terceira atividade, consiste em um sistema que acelera os carrinhos de mina por dois até 10 blocos de distância (figura 10). A proposta dessa atividade é o estudo do movimento uniformemente variado (MUV), possibilitando a observação de aceleração e desaceleração constantes.

Figura 10 – Atividade sobre movimento uniformemente variado (Etapa 3/Atividade 3).



Fonte: Os autores

Após realizar as atividades propostas, os estudantes são conduzidos (quarta etapa) a um ambiente onde poderão construir (criar), tendo acesso aos blocos do jogo e usando os blocos estudados, algo que mostre o que foi aprendido. A partir dessa construção, é possível realizar a avaliação de aprendizagem, de acordo com a os pressupostos da TFC e a TRB. No quadro 1, a seguir, encontra-se uma síntese ações a serem realizadas pelos estudantes nos ambientes elaborados no *Minecraft* em cada uma das etapas:

Quadro 1 – Síntese ações a serem realizadas em cada etapa.

Etapas da TRB e TFC	Ações a serem realizadas pelos estudantes
1) Recordar (TRB) conhecimentos prévios (TFC)	Observação dos ambientes construídos: Passeio na Montanha Passeio Suspenso Rampa de Carrinhos de Mina Alavancas e Caminhos de Trilhos Passeio nas Cerejeiras
2) Compreender (TRB) e desconstruir (TFC)	Estudo dos blocos: Alavanca, Carrinho Com Baú, Carrinho com Funil, Carrinho de Minas, Tocha de Redstone, Trilho Ativador, Trilho Detector, Trilho Elétrico e Trilho Normal Estudo dos conceitos: Energia Potencial Gravitacional, Energia Cinética, Energia Mecânica, Movimento Uniforme, Movimento Uniformemente Variado e Trabalho de Forças Dissipativas.
3) Aplicar, Analisar e Avaliar (TRB) mini casos e testes (TFC)	Realização das Atividades: 1) Movimento Uniforme 2) Rampas e Energia 3) Movimento Uniformemente Variado
4) Criar (TRB) e avaliar (TFC)	Criação de estrutura usando obrigatoriamente trilhos

Fonte: Os autores

Uma análise da aplicação do ambiente construído para participantes de uma oficina.

Conforme citamos anteriormente este ambiente foi testado em uma aplicação realizada em uma oficina com duração de três horas, durante um evento da área de Educação para Ciências e Matemática no segundo semestre de 2024, para um grupo de estudantes e professores. Todos os envolvidos autorizaram o uso dos dados coletados e foi garantida a manutenção do anonimato dos participantes pelos autores deste artigo. Todas as licenças para uso do jogo foram providenciadas por um dos autores, assim como a instalação prévia no laboratório de informática da instituição onde ocorreu o evento. Tivemos como público da oficina sete participantes, que identificaremos neste texto através de códigos quando for necessário. Entre os participantes, três são docentes (D1, à D3) e os demais estudantes de cursos de graduação (E1 à E4). Os instrumentos de coleta de dados, suas características e o momento de utilização estão dispostos no quadro 2, a seguir:

Quadro 2 - Instrumentos de coleta de dados

Momento	Instrumento	Características	Objetivo
Início da Oficina	Questionário: Formulários Inicial	Composto por questões objetivas e discursivas e respondido por meio de formulário <i>online</i> .	Levantar informações sobre o conhecimento dos participantes a respeito do jogo <i>Minecraft</i> , conceitos de Física e as expectativas para a oficina
Ao término de cada atividade da Etapa 3.	Questionário: Formulários de Atividades	Composto por questões objetivas e discursivas e respondido por meio de formulário <i>online</i> .	Coletar os dados das atividades da etapa 3.
Após a conclusão de cada Etapa 4.	<i>Prints</i> de tela das construções feitas pelos participantes	Imagem extraída do arquivo do jogo salvo pelos pesquisadores.	Visualizar e analisar as construções para buscar relações entre os blocos utilizados e os conceitos físicos trabalhados na oficina.
Ao longo da oficina.	Diário de campo.	Registro digital escrito em documento de texto.	Registrar informações com nossas observações a respeito do que ocorreu na oficina.
Final da oficina.	Questionário: formulário final para avaliação da oficina.	Composto por questões objetivas e discursivas e respondido por meio de formulário <i>online</i> .	Registrar as impressões dos participantes a respeito de cada uma das etapas da oficina e as informações sobre a sua construção, além de coletar as impressões dos participantes após a oficina sobre a experiência deles com o <i>Minecraft</i> , o aprendizado de Física e o ambiente de aprendizagem.

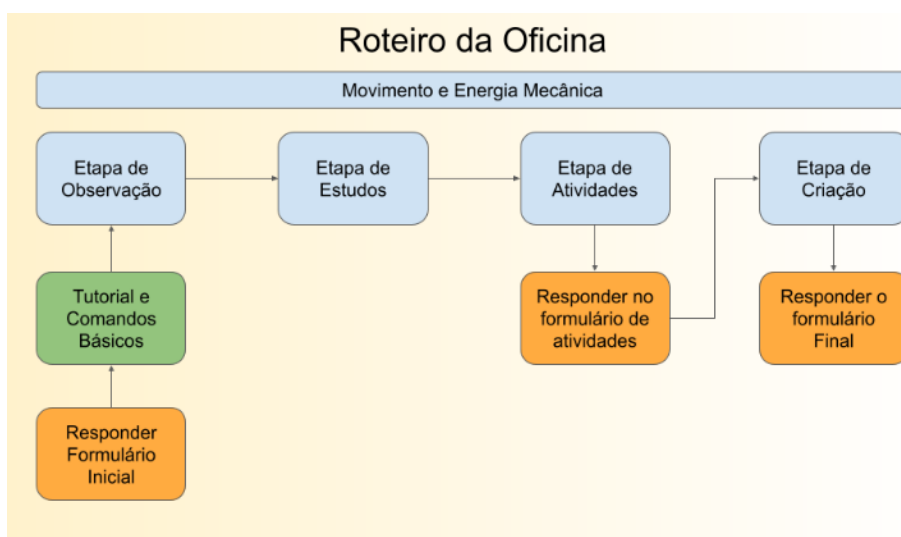
Fonte: Os Autores.

Para esta análise utilizamos como metodologia neste trabalho a análise de conteúdo de Bardin (2016), por nos permitir nas três fases cronológicas apontadas por ela (1. pré-análise; 2. a exploração do material e 3. o tratamento dos resultados) a organização, exploração e interpretação do material coletado.

A pré-análise foi composta pela organização e tabulação dos dados coletados durante a aplicação da oficina. A partir dos dados organizados partimos para a segunda fase, exploração do material, na qual buscamos identificar padrões e criar categorias, quando foi necessário, buscando validar o ambiente e o método de quatro etapas que citamos anteriormente. Por fim, chegamos à terceira fase, onde realizamos o tratamento dos resultados a partir de todas as informações que emergiram dos dados coletados.

Para auxiliar no entendimento da estrutura da oficina, antes dos participantes acessarem o jogo *Minecraft* e o(s) ambiente(s) que foram construídos (mapa⁴), foram explicadas cada uma das etapas e exibido um organograma da oficina, que pode ser visto na figura 11:

Figura 11 - Roteiro da oficina



Fonte: Os autores

O formulário inicial visou levantar informações sobre o conhecimento dos participantes a respeito do jogo *Minecraft*, conceitos de Física e as expectativas sobre a oficina. Vale destacar que as atividades propostas foram elaboradas para o ensino de Física no ensino médio.

Inicialmente perguntamos se os participantes já jogaram *Minecraft*, apenas os participantes D1 e D2 informaram que nunca jogaram, entre os demais, três (E1, E3 e E4) disseram que jogam frequentemente, E2 relatou que joga às vezes e D3 raramente. O tempo de contato inicial com o jogo também varia, sendo que E1 informou conhecer o jogo a 10 anos, E2 a três anos, D3 - um ano, E3 - três anos e E4 - quatro anos. O jogo está disponível em versões para computador,

⁴ É importante ressaltar que, no jogo, esses ambientes, são chamados de mapas. Um mapa, é personalizável e nele o jogador realiza as suas construções que são salvas automaticamente pelo jogo a cada nova interação.

videogame e smartphones. Nesse quesito, os participantes E1, E3 e E4 informaram já terem jogado nas três plataformas, mas indicaram jogar com mais frequência em *smartphones*. Ressaltamos que a oficina foi aplicada utilizando computadores, mas o mapa funciona em smartphones e videogames normalmente, sem que sejam necessários ajustes.

Sobre os conhecimentos de Física, todos informaram terem notas entre 6,5 e 9,0 na disciplina no ensino médio e apenas E4 informou que tem dificuldade para aprender a disciplina. Quando perguntamos quais temas/conteúdos de Física relacionados a movimento e energia mecânica já estudaram, todos citaram pelo menos um dos tópicos que seriam tratados na oficina (energia cinética, energia potencial gravitacional, energia mecânica, movimento uniforme (MU), movimento uniformemente variado (MUV) e trabalho de forças dissipativas).

Na sequência perguntamos aos participantes se já utilizaram algum recurso tecnológico para estudar Física e em caso afirmativo, qual(is). Apenas E4 indicou nunca ter usado nenhum recurso. Foram citados mais de uma vez, o site *Phet* Colorado (D1, D3 e E1) e os softwares *Stellarium* (E1 e E3) e *Modellus* (D1 e D2), também foram citados por D2 os programas *Tracker* e *VidAnalysis*. Nenhum dos participantes indicou o jogo *Minecraft*.

Com relação às expectativas para a oficina, elencamos a seguir as transcrições das respostas dadas pelos participantes:

- D1 - Conhecer e aprender a jogar o *Minecraft* e utilizar para o ensino de física (formação de professores).
- D2 - Novas formas de ensinar Física
- D3 - Como conseguir relacionar a disciplina de Física como o mundo dos jogos.
- E1 - Como ensinar física de formas não tradicionais.
- E2 - Maneiras de ensinar Física utilizando o *Minecraft*
- E3 - Como usar o jogo para ensinar conceitos de física.
- E4 - Gostaria de aprender como aprender pode ser tão interessante quanto lazer

Observamos que a maioria dos participantes tinham como foco em aprender a utilizar o jogo para fins educacionais (D1, D2, E1, E2 e E3) e na sequência relacionar Física e jogos (D3 e E4), mas em ambos os casos, a finalidade educativa está presente. Questionamos, ainda, os participantes se eles já jogaram outro jogo com fins educativos. apenas dois participantes responderam que sim, citando o site Escola Games (E1) e as linguagens de programação *Scratch* e *Logo* (D1).

Finalizando o questionário inicial, os participantes responderam três perguntas: a) Se eles acreditam que o jogo *Minecraft* pode ser uma ferramenta útil para aprender Física, b) Se os jogos em geral podem ser uma ferramenta eficaz para o aprendizado e c) Quais são as suas expectativas em relação ao uso de jogos educativos em sala de aula. A transcrição das respostas está listada na sequência do texto:

Transcrição das respostas para a questão a (*Minecraft* como ferramenta para aprender Física):

D1 - *Certamente. Porque ele simula situações de mundo, de realidade, permite a criação e interação com o ambiente do jogo e com outros jogadores.*

D2 - *Sim, por ser algo que o estudante tenha mais familiaridade*

D3 - *Acredito que sim, podemos interagir com objetos dentro do jogo que foram programados para ensinar algum conteúdo.*

E1 - *Sim, porque pode despertar o interesse dos alunos.*

E2 - *Sim, pois tem métodos didáticos muito importantes para a compreensão dos alunos*

E3 - *Acredito que sim. É um jogo muito amplo e muitas possibilidades dentro dele podem ser exploradas.*

E4 - *Sim! Porque ao mesmo tempo que o jogo pode ser algo muito simples, ele é muito complexo.*

Transcrição das respostas para a questão b (jogos como ferramenta para o aprendizado):

D1 - *Certamente. Os jogos digitais fazem parte da cultura dos jovens e são uma excelente oportunidade de gerar engajamento e aprendizagem de maneira natural e espontânea.*

D2 - *Sim, por ser bem atrativo aos jovens*

D3 - *Acredito que sim, se utilizarmos dentro dos preceitos da gamificação podemos ter sucesso.*

E1 - *Sim, os jogos são um campo amplo e podem ser modificados para atender às necessidades do professor.*

E2 - *Sim, pois cada um tem seu método específico de representar uma matéria não importa a área*

E3 - *Sim. Principalmente na atualidade, os jogos são o que ganham a atenção de muitos alunos. É importante inovar e saber utilizar esses meios para ensinar.*

E4 - *Sim, é uma maneira eficiente de segurar o público, aumentando a possibilidade de mais interesse e interação*

Transcrição das respostas para a questão c (expectativas para o uso de jogos em sala de aula):

D1 - *Acredito que o uso de jogos educativos tem potencial para diversificar as estratégias de ensino e experiências de aprendizagem e interação entre professores, estudantes e objetos de conhecimento.*

D2 - *Acredito muito no potencial da gamificação para em ensino de Física.*

D3 - *Acredito que podemos ter uma aula mais interativa, proporcionando um maior engajamento dos alunos que em sua maior parte jogam diversos tipos de jogos sem a finalidade educacional.*

E1 - *Espero que essa estratégia seja mais explorada.*

E2 - *De engajar meus alunos com métodos didáticos*

E3 - *Usado de forma correta, e nos momentos corretos, acredito que pode ser bastante promissor.*

E4 - *Que auxiliem o aprendizado na prática, tanto quanto em revisões como em retenção de conteúdo*

A partir das respostas da questão a, percebemos que todos acreditam no potencial do jogo *Minecraft* como ferramenta para o aprendizado de Física, vendo possibilidades de exploração do jogo e o uso dele por ser conhecido pelos estudantes, despertando o interesse partindo de algo já familiar.

Já para a questão b, identificamos que todos enxergam potencial no uso de jogos para o aprendizado, citando que eles já são algo do cotidiano dos alunos e despertam interesse, da mesma forma que vimos na questão a. Por fim, na questão c, também notamos que os participantes indicam que os jogos podem ser usados em sala de aula, seja como novas estratégias ou como meio de motivar os estudantes.

Em síntese, o questionário inicial possibilitou saber que a maioria já conhecia o *Minecraft* e o jogava com frequência, mas sem finalidades educativas, todos citaram conhecimentos de Física que foram usados para construir os ambientes no jogo e possuíam expectativas de usar o que iriam aprender na oficina para atividades voltadas para o ensino.

Após a aplicação do questionário inicial, os participantes foram informados que poderiam entrar no mapa. Cada participante jogou individualmente em uma cópia do mapa, mas observamos momentos de interação entre os participantes. Conforme citamos anteriormente, o tutorial preliminar foi concluído pelos participantes em aproximadamente 20 minutos, a partir de nossas observações, registradas em diário de campo, notamos que mesmo aqueles que nunca haviam jogado *Minecraft* (D1 e D2) não tiveram dificuldades para entender a dinâmica do jogo.

Em todas as etapas, os autores criaram um sistema de pontos para garantir que os participantes acessassem as atividades construídas, sendo necessário visualizar ou fazer todas as atividades propostas. A concluir a atividade, o participante recebe um ponto relacionado àquela atividade e só consegue passar para a etapa seguinte quando já tiver adquirido todos os pontos da etapa anterior.

Após a etapa do tutorial, eles foram direcionados (através do uso de teleporte⁵ e NPCs) para a área de observação, onde a etapa 1 foi realizada, notamos que nenhum deles teve dificuldades nesta etapa, chamando os autores da oficina apenas algumas vezes para dúvidas pontuais. O participante D2 começou a oficina mais tarde, mas conseguiu alcançar os demais participantes terminando junto com os demais. Em média foi gasto na etapa em torno de 25 minutos.

Na etapa 1, os participantes observaram e interagiram com as construções criadas usando os carrinhos de minas e os trilhos mostradas no tópico anterior e finalizando esta etapa foram direcionados para a etapa 2 (estudos). Nessa etapa e por meio dos NPCs puderam ler informações sobre os blocos usados no jogo (carrinhos de minas, trilhos, alavanca e tocha de *redstone*) e os conceitos físicos envolvidos (energia cinética, potencial gravitacional e mecânica, movimento uniforme (MU) e uniformemente variado (MUV) e trabalho de forças dissipativas).

Após obterem a pontuação necessária na etapa 2, com tempo conclusão médio de 20 minutos, os participantes foram transportados para a etapa 3. Nessa etapa os participantes irão utilizar o que observaram na etapa 1 e o que estudaram na etapa 2 para realizar as atividades.

Vale ressaltar que após finalizarem cada uma das atividades, eles enviaram as respostas às questões propostas por meio do formulário de atividades.

Na primeira atividade da etapa 3 (figura 8) foi proposto que os participantes determinassem a velocidade do carrinho de minas e observassem o “comportamento” dessa velocidade no ambiente previamente construído. É necessário destacar que o carrinho de minas, a partir do acionamento das alavancas, percorreria quatro circuitos diferentes compostos por 26, 32, 46 e 56

⁵ O teleporte no jogo *Minecraft* é uma mecânica que permite que os jogadores movam instantaneamente de um local para outro dentro do mundo do jogo.

blocos. Para a determinação da velocidade eles utilizaram o cronômetro dos seus smartphones e calcularam a velocidade (distância/tempo). Por fim, a partir dessas medidas explicaram se o movimento observado é uniforme ou não. Todos os sete participantes encontraram velocidades próximas de 8,50 blocos/s, que era o valor esperado para a atividade. Com relação ao movimento ser uniforme, todos indicaram que sim, e justificaram com base no fato da velocidade ser constante e a aceleração nula. O conceito de movimento uniforme foi estudado/recordado na etapa 2 e a análise das respostas mostra que eles utilizaram esta informação para responder a atividade.

A segunda atividade proposta foi chamada de “rampas e energia” e foi solicitado aos participantes que observassem e analisassem o comportamento do carrinho de minas descendo de rampas com diversas alturas iniciais e utilizando trilhos normais (em que o movimento aconteceria apenas pela ação da gravidade no jogo) e trilhos elétricos (que proporcionariam uma aceleração inicial). Mostramos essa atividade na figura 9 deste artigo.

Os participantes usaram botões próximos a cada uma das rampas para alterar o tipo de trilho e lançar o carrinho de minas. Foi solicitado que eles respondessem duas questões, sendo que na primeira deveriam explicar o que ocorre com o carrinho usando os conceitos de energia potencial gravitacional, energia cinética e forças dissipativas. As respostas dos participantes foram bem amplas, mas todas contemplaram os conceitos necessários, que foram estudados ou revisados na etapa de estudos. A seguir está a transcrição da resposta da participante E3:

E3 - Quando o carrinho está na rampa com trilho normal, no início do circuito ele tem energia potencial gravitacional máxima (devido à altura), e quando inicia o movimento, começa a ganhar energia cinética e perde a potencial, até que as duas sejam zero. O carrinho vai perdendo velocidade devido ao atrito, de forma que a energia vai sendo dissipada de acordo com o trajeto do carrinho. Na rampa com o trilho elétrico, essa energia dissipada é compensada pela energia elétrica, enviada pelo trilho. O que faz com que o carrinho permaneça em movimento por mais tempo.

A resposta de E3 é uma resposta que contempla todos os conceitos trabalhados até a etapa 3 e, além disso, possui correção conceitual e argumentação que nos possibilitam considerar que E3 conseguiu relacionar os conceitos físicos com os elementos do jogo, o que é esperado pela TFC.

Para a segunda questão solicitamos que eles explicassem como a variação da altura inicial e o uso de trilhos elétricos influencia na distância percorrida pelo carrinho. Todos responderam adequadamente informando que os trilhos elétricos fazem com que a velocidade do carrinho seja maior, resultando em uma maior distância percorrida, a resposta dada pelo participante E2, transcrita a seguir, contempla todos os elementos de uma resposta ideal, de modo análogo à resposta de E3 para a primeira questão:

E2 - Quanto maior a altura da queda mais velocidade ele pega na decida, logo, ele percorre uma distância maior no restaurante do percurso. Dito isso, o trilho elétrico aumenta a velocidade do carrinho, fazendo com que ele atinge uma velocidade maior na queda que com a trilho normal.

Na última atividade dessa etapa, foi proposto o estudo do movimento retilíneo uniformemente variado (MUV), para isso utilizamos um carrinho de minas em cinco circuitos diferentes, nos quais variamos a quantidade de trilhos elétricos que o impulsionam, começando em dois e chegando até dez trilhos. Os participantes usaram os botões disponíveis em cada uma das plataformas para lançar o carrinho pelos trilhos (figura 10). Ao término da atividade novamente solicitamos que fossem respondidas duas questões: a) explicar como o número de trilhos elétricos afeta a distância percorrida pelo carrinho e como isso está relacionado com a aceleração constante; e, b) explicar, com base nos conceitos de MUV, o movimento que o carrinho experimenta durante o percurso. Na primeira pergunta, todos os participantes indicaram a relação direta de proporcionalidade entre a quantidade de trilhos elétricos a distância percorrida e a velocidade do carrinho, como exemplo, mostramos a seguir a resposta transcrita de D1:

D1 - Quanto mais trilhos, maior é o módulo da aceleração adquirida pelo carrinho. Consequentemente, ele chega ao fim dos trilhos elétricos com maior velocidade e percorre maior distância sob ação exclusiva das forças dissipativas (atrito, por exemplo) até que atinja o estado de repouso.

Aqui novamente, vemos que o participante conseguiu fazer conexões entre os elementos do jogo e os conceitos físicos envolvidos, esta resposta se torna mais relevante ainda se considerarmos que se trata de um participante que teve o primeiro contato com o jogo na oficina.

Na segunda questão nem todos os participantes identificaram um movimento que é inicialmente acelerado e retardado ao final. Mas todos identificaram a aceleração constante, que é característica do MUV. Mostramos a seguir as respostas dos participantes D1 e E3:

D1 - Ele apresenta inicialmente um movimento progressivo acelerado, devido ao impulso promovido pelos trilhos elétricos e, depois retardado, devido a ação das forças dissipativas.

E3 - O carrinho adquire velocidades variadas de acordo com a quantidade de trilhos elétricos, mas sua aceleração permanece constante, sendo ela diferente de zero devido ao impulso inicial.

O participante D1 novamente conseguiu fazer relações entre os conceitos físicos e o funcionamento do bloco do jogo, assim como o participante E3. A construção destas relações em uma situação diversa do que eles já conheciam se enquadra nos mini casos da TFC e na etapa de análise da TRB.

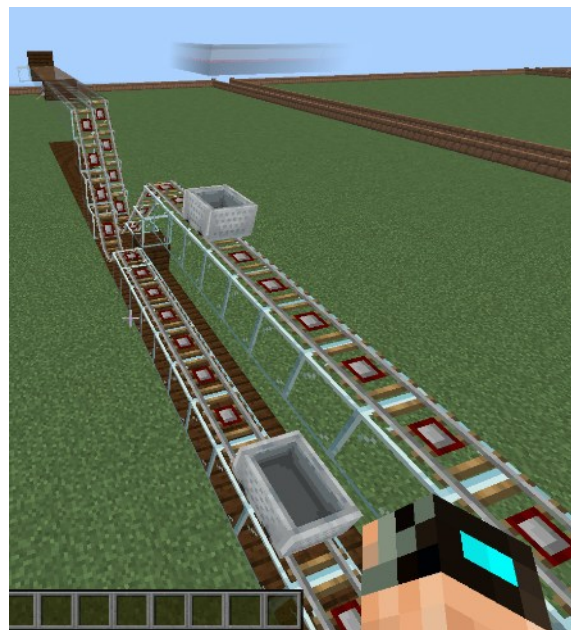
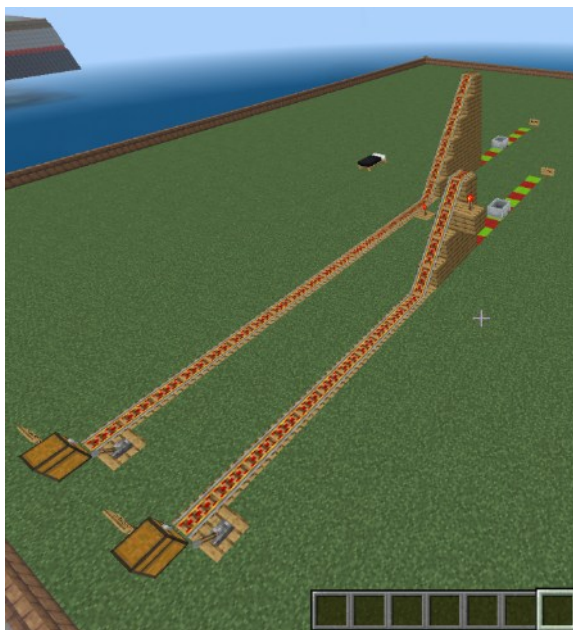
Nessa terceira etapa, os participantes precisaram, em média, de 1h para a realização das três atividades. Foi evidenciado que todos conseguiram utilizar os conhecimentos trabalhados ou revisitados na etapa 2 e, também, as observações de funcionamento dos blocos na etapa 1 para realizar as atividades e responder as questões propostas. As respostas coerentes mostram que a sequência proposta até agora usando a TFC e a TRB pode ser bem-sucedida em processos de ensino e aprendizagem de conceitos físicos usando o *Minecraft*.

Finalizada a etapa 3, os participantes são teleportados para a última etapa (criação) onde cada um construiu livremente com os blocos do jogo uma estrutura que fizesse conexão com os conceitos vistos e que utilizasse os blocos estudados. O tempo médio de construção foi de aproximadamente 40 min. O participante D1 teve dificuldades na etapa de construção e não conseguiu concluir a atividade, entendemos que o fato de nunca ter jogado o jogo foi a principal causa da dificuldade. Ele construiu uma espécie de ponte, mas não houve tempo de utilizar os blocos trabalhados na oficina.

Mostraremos e detalharemos a seguir as construções dos demais participantes, com base nas informações que eles forneceram no formulário final e nas observações dos autores a respeito das construções.

As construções dos participantes E1 e D2, são mostradas nas figuras 12 e 13 respectivamente. A descrição fornecida por eles está indicada na sequência:

Figuras 12 e 13 – Construções dos participantes E1 e D2



Fonte: Os autores

E1 - Fiz dois trajetos com trilhos elétricos. Um é mais curto e mais baixo, o outro é mais longo e alto. A ideia é mostrar que o trajeto mais longo e alto concede mais energia cinética ao carrinho, fazendo com que, ao fim do trajeto, ele se desloque mais blocos que o carrinho do circuito mais curto.

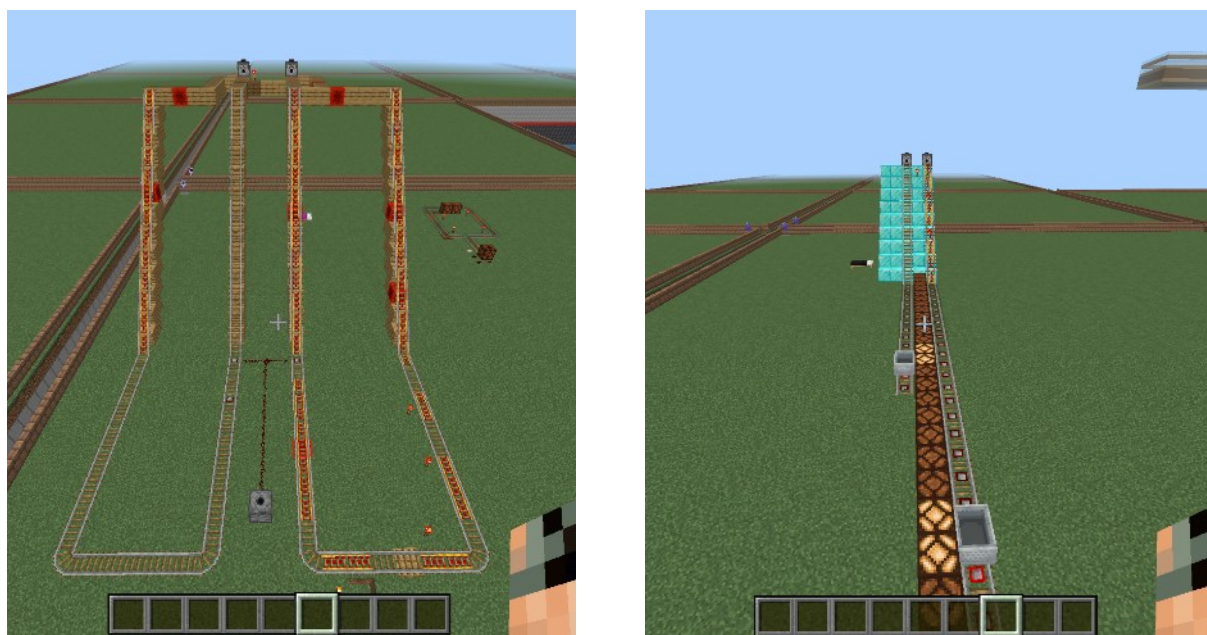
D2 - Fiz dois trilhos, inicialmente em um mesmo plano. Esses trilhos aceleram o bloco em direção a uma rampa de descida que, após 1 blocos no plano do chão, voltam a níveis diferentes de altura. O carrinho que precisa subir mais atinge uma distância menor.

Observamos que E1 e D2 se inspiraram na atividade de rampas e energia (Etapa 3/Atividade 2), mas que são modelos diferentes do que foi disponibilizado. O participante E1 utilizou o sistema de trilhos elétricos para fazer uma espécie de lançador de carrinhos para avaliar a distância horizontal percorrida pelos carrinhos após sair das rampas, ressaltamos que além disso, o modelo dele pode ser usado para estudo de lançamentos oblíquos, que é algo que não foi explorado na oficina, ele relatou ainda que não teve dificuldades para construir.

No caso de D2, ao produzir duas rampas ao final do trilho com alturas diferentes, mostrou a conversão energia potencial em cinética e novamente em potencial. D2 relatou ainda que teve dificuldades em se adaptar aos comandos do jogo. Em ambos os casos (D2 e E1), ocorreu o esperado pelo modelo TFC/TRB, já que algo novo, que não tinha sido mostrado anteriormente, foi criado.

Na sequência vamos analisar as construções de E2 e D3, mostradas nas figuras 14 e 15 a seguir, assim com a descrição fornecida por eles:

Figuras 14 e 15 - Construções dos participantes E2 e D3



Fonte: Os autores

E2 - Construí uma plataforma que mostra a diferença de uma queda para um lançamento, ou seja, se apenas deixar o carrinho descer e de colocar velocidade na descida do carrinho

D3 - Construí uma rampa com trilhos elétricos e normais para verificar a distância percorrida pelo carrinho quando tem aceleração e quando é jogado utilizando somente a força gravitacional.

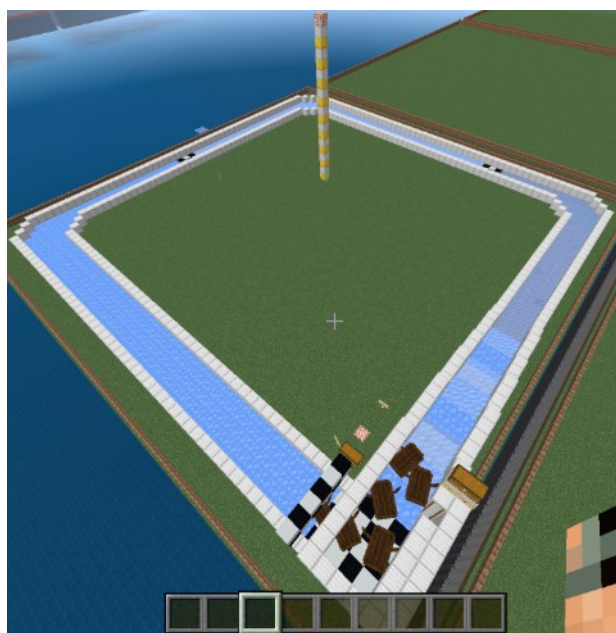
As construções de E2 e D3 também remetem à atividade rampas e energia. Porém, trouxeram variações, visto que ambos trabalharam com a ideia de analisar visualmente a diferença

do uso de trilhos normais e trilhos elétricos, criando uma construção em que é possível ver ao mesmo tempo as duas situações, o que não ocorreu na atividade da etapa 3. Os participantes E2 e D3 relataram não terem tido dificuldades para elaborarem suas construções.

O participante E2 ainda criou um circuito para devolver os carrinhos ao ponto inicial (apesar do lado esquerdo precisar de ajustes com alguns trilhos elétricos para fazer com que o carrinho volte). Esse retorno também não foi feito na atividade, lá foi usado um sistema que removia os carrinhos antes de enviar um novo, apesar de verem isso ocorrer, não foi mostrado a eles como fazer este processo que usa comandos avançados dentro do jogo. Consideramos aqui também que as construções de E2 e D3 trazem algo novo que supera o que foi visto pelos participantes nas etapas anteriores, validando aqui também o método proposto TFC/TRB, mostrando que as construções podem ser capazes de revelar indícios do conhecimento físico e, também, do conhecimento sobre o funcionamento dos blocos.

Por fim, temos as duas últimas construções, dos participantes E3 e E4, mostradas nas figuras 16 e 17, além das descrições relatadas por eles via formulário:

Figuras 16 e 17 – Construções dos participantes E3 e E4



Fonte: Os autores

E3 - Utilizei a energia potencial gravitacional para produção de comida. Os porcos caem de uma certa altura (fatal) e com a ajuda do funil, as carnes são coletadas e inseridas diretamente em uma fôrma com carvão. O sistema pode ser ativado por baixo, com a utilização de um botão e um sistema de redstone que encaminha o sinal para cima, onde o ejitor joga o porquinho lá de cima.

E4 - Na criação do percurso de corrida em diferentes blocos de gelo no Minecraft, explorei o conceito de atrito, observando como diferentes gelos alteram a velocidade do movimento. Ao colocar blocos de gelo com diferentes níveis

de deslizamento, tentei demonstrar na prática como o atrito influencia a aceleração e o controle durante o percurso, relacionando com a física do movimento.

Na sua descrição da construção a participante E3 afirma que utiliza a energia potencial gravitacional para produzir alimento, apesar de não correta fisicamente, pois a energia potencial não se transforma em alimento, a queda pode ser analisada em termos de variação da energia mecânica, entendemos que a participante quis associar esse movimento ao processo de morte por queda de grandes alturas. Outra informação relevante é a citação da posterior produção de alimento através do processo de cozimento da carne em uma fornalha, esse processo está relacionado à conceitos de Física Térmica, que não foram explorados na oficina.

Ela ainda relatou dificuldade com o uso de *redstone*, que é um bloco que ativa máquinas e dispositivos no jogo. Ela foi auxiliada pelos pesquisadores para conseguir utilizar esse bloco, o uso deste sistema está relacionado à conceitos de circuitos elétricos na Física, que também não exploramos na oficina., Notamos que a participante E3 tem conhecimentos de blocos do jogo que não utilizamos na oficina e que ela tentou utilizar estes blocos e fazer relações, apesar de incorretas com o conceitos físico de energia potencial gravitacional, o fato dela tentar fazer estas conexões pode ser indício de aplicação dos conhecimentos em situações diferentes das que foram vistas nas etapas anteriores.. Vale destacar que o jogo tem uma mecânica que normalmente respeita as leis físicas e essa é uma das razões de o estarmos utilizando neste estudo.

O participante E4, assim como E3, conhece outros blocos do jogo que não foram usados na oficina. Aqui novamente vemos que o participante fez conexões com os conceitos físicos envolvidos na oficina citando velocidade, conceito trabalhando nas atividades de movimentos (1 e 3), e relacionando a mesma com o conceito de atrito e os blocos que possuem esta característica no jogo (gelo). Ele relatou que a única dificuldade que teve foi o tempo, pois gostaria de continuar construindo.

Entendemos que a etapa 4 consolida as etapas anterior e por esta razão, é nela que buscamos identificar indícios, a partir das construções dos participantes, de que o processo de aprendizagem do método TFC/TRB proposto se consolida ao observamos as construções a partir do que foi aprendido. Pelas descrições dadas por todos os participantes e pelas nossas observações, entendemos que eles conseguiram trazer algo novo em suas construções, usando inclusive, conhecimentos prévios além do que viram na oficina sobre o jogo *Minecraft* e sobre Física. Dessa forma, consideramos que estes dados trazem indícios que podem validar o método de 4 etapas elaborado pelos autores (observação, estudo, atividade, criação) para o ensino dos conceitos de Física através do jogo *Minecraft*.

Ao final da oficina, foi aplicado o formulário final para avaliação da oficina, além de descreverem as construções que já citamos anteriormente, foram feitos outros questionamentos que traremos a seguir.

Solicitamos inicialmente uma avaliação sobre cada uma das etapas, a respeito da etapa 1 (observação), todos os participantes consideraram excelente as estruturas construídas e relataram que estas os ajudaram a fazer associações com os conceitos físicos, em parte (D1 e E1) e muito (D2, D3, E2, E3 e E4). Por fim, sobre essa etapa, perguntamos o que eles consideraram mais interessante e a seguir colocamos a transcrição das respostas de cada um:

D1 - As diferentes perspectivas e variações para a observação dos fenômenos. A disposição dos elementos permite analisar, comparar e refletir sobre as variáveis envolvidas nos fenômenos e sua relação causal com o resultado alcançado.

D2 - Entender como funciona o jogo.

D3 - As rampas com carrinhos e os trilhos elétricos e normais.

E1 - Visualizar a conversão de energia potencial em cinética.

E2 - A forma que explica os conceitos físicos de forma prática

E3 - Essa etapa fornece variadas ideias de como podemos utilizar diferentes estruturas do jogo para montar estruturas de ensino.

E4 - Gostei muito em como o jogo consegue de diferentes maneiras e matérias, apresentar diferentes conceitos científicos.

Observamos que as respostas evidenciam que os participantes gostaram bastante dessa etapa e que eles perceberam o potencial do jogo como ferramenta de ensino, alguns já fazendo conexões com conceitos físicos.

Na sequência, perguntamos sobre a etapa 2 (estudos). Ao serem questionados sobre as explicações desta etapa eram claras e compreensíveis, cinco participantes informaram que eram muito claras (D2, E1, E2, E3 e E4), D3 relatou que eram claras e D1 informou serem pouco claras. As respostas seguiram este mesmo padrão quando perguntamos se eles conseguiram relacionar as informações sobre os blocos com os conceitos físicos estudados, aqui apenas D1 relatou que conseguiu em parte e os demais informaram que conseguiram.

Finalizando a análise dessa etapa, perguntamos o que eles acharam mais interessante, as respostas estão transcritas a seguir:

D1 - A possibilidade de ampliar conhecimentos e contextos de aplicação.

D2 - Possibilitar aos alunos refletirem sobre o que interfere em cada experimento da observação

D3 - As definições sobre os conteúdos e a relação entre os itens e a física.

E1 - Os conceitos físicos, porque foram bem claros.

E2 - Está de forma clara e de fácil entendimento

E3 - Da interação entre os personagens, as explicações em texto simples.

E4 - Gostei que eu pudesse voltar nelas sempre que estava com dúvidas!

Como pode ser visto nas respostas, os participantes viram conexão com a etapa anterior e gostaram da forma com que foi construída essa etapa (figura 6). Outro dado relevante é registrado

pelo participante E4, ao afirmar que gostou de poder voltar nas etapas anteriores. Informamos anteriormente que o sistema de pontos evita a passagem antecipada às etapas seguintes, mas caso o participante queira, ele pode voltar às etapas anteriores para rever algo, caso queira, sem precisar refazer novamente toda a etapa, optamos por não detalhar a construção deste sistema, pois envolve programações usando blocos do jogo (blocos de comando) que não são objeto de estudo deste artigo.

A próxima etapa a ser analisada pelo formulário é a terceira (atividades) e sobre ela todos os participantes informaram que as atividades propostas são muito interessantes e que se sentiram muito confortáveis para interagir e resolver as situações-problema apresentadas. Pedimos também que relatassem o que aprenderam com as atividades propostas, eles informaram o seguinte:

- D1 - Elas estão bem projetadas para possibilitar a construção de conhecimentos e conceitos (perspectiva construtivista).*
- D2 - Conseguir avaliar o aluno através de quiz.*
- D3 - Relembrei vários conceitos da matéria abordada.*
- E1 - Reforcei os conteúdos já aprendidos sobre conversão de energia e movimento.*
- E2 - Aprendi sobre MU, lançamento e MUV*
- E3 - Diversos conceitos físicos relacionados ao movimento*
- E4 - Aprendi sobre o movimento uniforme variável, consegui discutir com os colegas até sobre movimento parabólico, energia cinética, gravitacional...*

As respostas podem evidenciar o aprendizado (E2, E3 e E4) ou uma revisão (D3) dos conceitos físicos relacionados a movimento e energia trabalhados na oficina.

No que se refere à etapa 4 (criação) questionamos se os participantes acreditam que a construção feita por eles os ajudou a melhorarem seu entendimento sobre os conceitos de Física. Apenas D1 informou que não, porém, entendemos que essa resposta já era esperada pois o participante não conseguiu concluir a construção no tempo da oficina, como já relatamos anteriormente. Os demais participantes informaram que as construções ajudaram muito no entendimento.

Na sequência, os participantes poderiam apresentar observações ou sugestões sobre a oficina e as etapas. Nesse item, foram sugeridas apenas ajustes técnicos pontuais por dois participantes (D1 e E1), não havendo sugestões direcionada aos aspectos educacionais ou relacionados à Física. Perguntamos ainda sobre a experiência com o jogo antes e depois da oficina, todos relataram evolução neste critério, sendo que inicialmente não tinham experiência (E1, D1 e D2), boa experiência (E2, E3 e E4) e regular (D3) e após a oficina, usaram o descritor bom (D3) e muito bom (E1, D1, D2, E2, E3 e E4) como respostas finais.

O penúltimo bloco de perguntas foi elaborado a respeito do aprendizado de Física, perguntamos inicialmente quais os conhecimentos ou conceitos de Física que foram aprendidos com o uso do mapa, as respostas dadas foram:

D1 - Movimento uniforme, movimento uniformemente variado, energia mecânica, forças dissipativas.

D2 - Cinemática e Energia

D3 - MU, MUV, Atrito, Forças dissipadoras, Energia

E1 - Não aprendi nada novo. Mas reforcei e observei por uma nova ótica, conceitos já aprendidos de energia e movimento.

E2 - MUV, MU e lançamento

E3 - Tipos de energia de movimento, ganha e perda de energia.

E4 - MUV

As respostas refletem os conceitos usados na oficina, por ser um grupo de professores e estudantes de graduação, todos já haviam visto estes conceitos, mas eles informarem no formulário pode ser considerado um indício de aprendizado. Este indício ganha um reforço com as repostas das próximas perguntas que avaliaram o nível de conhecimento sobre os conceitos de Física abordados no mapa antes e depois da oficina, E2 e D3 que indicaram evolução de médio para alto e E4 de baixo para médio. Os demais participantes mantiveram o nível, indicando alto (E1, D1 e E3) e muito alto (D2) em ambas as respostas. Sob outra perspectiva as respostas dos participantes reforçam que o ambiente construído e as atividades vivenciadas por eles contemplam os seguintes conhecimentos: movimento uniforme, movimento uniformemente variado, energia mecânica, forças dissipativas (atrito), conservação e transformações de energia.

Também solicitamos que os participantes avaliassem o ambiente de aprendizagem criado (mapa). Todos os participantes afirmaram que o ambiente facilitou muito a compreensão dos conceitos de Física e que, com certeza, acreditam que o uso do *Minecraft* como ferramenta de ensino é uma boa estratégia para aprender Física. Por fim, ao avaliarem o método pautado nas quatro etapas, todos consideram bom e adequado. Destacamos, a seguir, as respostas dos participantes D2 e D3, que contemplam as falas dos demais:

D2 - Acho que essa sequência possibilita um avanço gradual no desenvolvimento de habilidades com o jogo.

D3 - Didaticamente foi excelente, permite que, quem não tem experiência com o jogo, possa manipular o ambiente afim de se familiarizar com ele, e possa desenvolver o restante das atividades de forma tranquila.

Essas falas destacam um aspecto fundamental que é a necessidade de que o ambiente seja capaz de prover aos participantes que não são jogadores contumazes de *Minecraft* o conhecimento e as habilidades necessárias para a realização de atividades mais elaboradas.

Percebemos que a sequência de quatro etapas (observação, estudo, atividade e criação) agradou os participantes, assim como o ambiente criado, validando ambos para uso no ensino de Física e, em particular, no ensino de conhecimentos de mecânica.

Considerações Finais

Neste artigo propusemos uma aproximação entre a TFC e a TRB e a construção e uso de um ambiente de ensino e aprendizagem de conteúdos de mecânica orientado por esses referenciais teóricos. A partir da aproximação entre a TFC e a TRB propomos um método de quatro etapas (observação, estudo, atividades e criação) que foi estruturado no jogo *Minecraft*, por meio de um mapa composto por diferentes construções e atividades.

Com o intuito de validar o método proposto, bem como o uso do *Minecraft* no ensino de Física, realizamos uma aplicação do mapa criado em uma oficina ofertada em um evento da área de educação para ciências e matemática, no segundo semestre de 2024. Participaram um grupo de sete pessoas, entre professores e estudantes de graduação.

Tendo como base a análise dos dados coletados por meio dos questionários aplicados, das atividades realizadas pelos participantes – incluindo suas construções no jogo, e as observações dos pesquisadores, foi possível inferir que ambientes do *Minecraft*, estruturados a partir da TRB e TFC, são capazes de trabalhar os conceitos físico de: energia cinética, energia potencial gravitacional, energia mecânica, movimento uniforme (MU), movimento uniformemente variado (MUV) e trabalho de forças dissipativas.

Por fim, é necessário destacar que o ambiente e o método desenvolvidos fazem parte da pesquisa de doutorado de um dos autores. Atualmente (2025/1) a pesquisa encontra-se na fase de pesquisa de campo, na qual o ambiente analisado neste artigo, e outros ambientes criados, estão sendo utilizados por um grupo de estudantes de ensino médio.

Referências

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Tradução: Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

CARVALHO, A. A. A. **A representação do conhecimento segundo a Teoria da Flexibilidade Cognitiva**. Revista Portuguesa de Educação, v. 13, n. 1, p. 169-184, 2000.

COSTA JUNIOR, I. L. (2022). Jogos digitais e o ensino de ciências da natureza: o uso do *Minecraft* como recurso didático. **Revista mais Educação**. v.5, nº.1. Disponível em: <https://www.revistamaiseducacao.com/artigosv5-n1-marco-2022/71>. Acesso em 30/01/2025.

FOREHAND, M. (2005). Bloom's taxonomy: Original and revised. In M. Orey (Ed.), *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*. Disponível em: <https://www.d41.org/cms/lib/il01904672/centricity/domain/422/bloomstaxonomy.pdf>. Acesso em 30/01/2025.