

Energia que transforma: ensino de energia mecânica por meio de experimentação e jogos, com foco na produção de energia limpa acessível e renovável

Diego H. P. Teixeira¹, Christine Gäbel¹, Paola O. Cicarelli¹, Paulo A. Suzuki¹,
Maria R. Capri¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Projetos Educacionais de Ciências, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena - SP

dhpauloteixeira@usp.br, gabel@usp.br, paolacicarelli@usp.br,
psuzuki@usp.br, mariarosa@usp.br.

Abstract. *Active learning methodologies are presented as a possible way to overcome teaching and learning difficulties, opening space for dialogue and the development of autonomy in the learning process. The current project worked on concepts of mechanical energy and its transformations, seeking to motivate physics learning through sensitization, experimentation, game, flipped classroom and conversation. The need to produce clean, affordable and renewable energy, a solution to a real problem, was used as a central theme. It was applied to a class of 16 students from the first year of high school at a private school in the countryside of the state of São Paulo, during the health crisis resulting from the COVID-19 pandemic, which caused some students to participate in the activities remotely. Learning was considered adequate, and its result was proven through questionnaires, tests and evidenced by the acquired vocabulary. It is possible to affirm that the project's goal was achieved, as there was an increase in engagement, with students remaining attentive and willing to participate throughout the process. It is possible to affirm that the project's goal was achieved, as there was an increase in engagement, with students remaining attentive and willing to participate throughout the process, being evidenced in the students' speech, whether in class or in the post-test, and also in the teacher's observation.*

Resumo. *As metodologias ativas se apresentam como um possível caminho para superar as dificuldades do ensino e aprendizagem, abrindo espaço para o diálogo e dando ao aluno mais autonomia no processo de aprendizagem. O presente projeto trabalhou nos conceitos de energia mecânica e suas transformações, buscando motivar a aprendizagem de física por meio de sensibilização, experimentação, jogo, aula invertida e uma roda de conversa. A necessidade da produção de energia limpa, acessível e renovável, solução para um problema real foi utilizada como tema central. O projeto foi aplicado em uma turma de 16 alunos do primeiro ano do ensino médio de uma escola particular do interior de São Paulo, em meio à crise sanitária decorrente da pandemia de COVID-19, o que fez com que alguns alunos participassem de forma remota das atividades. A aprendizagem foi considerada efetiva, tendo seu resultado comprovado por meio de questionários e provas, ficando evidenciado principalmente no vocabulário adquirido. É possível afirmar que o objetivo do projeto foi alcançado, pois houve um aumento no engajamento, com os alunos mantendo-se atentos e dispostos a participar durante todo o processo, ficando evidenciado nas falas dos alunos, seja nas aulas ou no pós teste, e também na observação do professor.*

1. Introdução

Nos últimos anos nota-se um aumento no interesse por energias renováveis e limpas que possam substituir a utilização de combustíveis fósseis. A combustão destes combustíveis aumenta a emissão de CO₂ na atmosfera terrestre, acarretando problemas ambientais. [CARDOSO; SILINGARDI; CARDOSO 2020].

Visando à sustentabilidade e à preservação ambiental, a humanidade tem buscado novas fontes geradoras de energia limpa, entendida como energia não poluente e renovável [LOURENÇO JUNIOR et. al., 2020].

Com o rápido aumento da população mundial e do desenvolvimento da economia global, a demanda por energia cresceu de forma exponencial, o que trouxe como consequência o aprofundamento do desgaste ambiental [LINGMIN, 2021].

A relevância do tema “energia limpa” expressa-se também nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS, estabelecidos pela Organização das Nações Unidas - ONU. O ODS de número 7 trata de: “Energia limpa e acessível - Garantir o acesso a fontes de energia confiáveis, sustentáveis e modernas para todos” [BRASIL, 2012].

Na competência específica número um de ciências da natureza e suas tecnologias para o Ensino Médio da Base Nacional Comum Curricular - BNCC, estabelece-se que o estudante deve ser capaz de “analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global” [BRASIL, 2018].

No que diz respeito ao Ensino de Física, na busca em bases de dados como *Web of Science* e *Scopus*, é possível perceber que houve um crescimento do número de artigos que envolvem o tema nos últimos anos, como demonstra a análise realizada na pesquisa da *Kyungpook National University*, Coreia do Sul. Afirma-se, no artigo decorrente desta pesquisa, que a maneira como a Física é ensinada nas escolas é um tema de vital importância e os tópicos que mais têm crescido são "física introdutória", "resolução de problemas" e "programa escolar", o que indica que, apesar do crescente número de pesquisas a este respeito realizados nos últimos 80 anos, ainda existem muitos problemas relacionados a este tema na educação básica [YUN, 2020].

Atualmente, as formas como os conteúdos de Física são apresentados e trabalhados nas escolas gera desinteresse. A fragmentação, a falta de contextualização e a falta de conexão com outras disciplinas torna a Física abstrata e distante, o que faz com que os alunos não consigam relacionar os conteúdos ensinados na sala de aula com situações cotidianas. Ainda segundo Yun (2020), os educadores têm dificuldade em utilizar os conceitos de aprendizagem baseada em problemas no ensino e aprendizagem de Física.

A dificuldade descrita anteriormente está relacionada também ao conflito de gerações que coloca em sala de aula os imigrantes digitais, os professores, e os nativos digitais, os alunos. Segundo Prensky (2001) autor responsável por tornar o termo nativos digitais conhecido, os alunos de hoje não são mais as mesmas pessoas para as quais o sistema educacional foi criado para ensinar. Hoje, 20 anos depois do referido artigo, podemos dizer que essa frase continua atual e nos ajuda a entender a necessidade de mudança em nosso sistema educacional.

A BNCC, que se apresenta como a tão necessária mudança, postula que, para dar sentido ao que se estuda, o aluno deve relacionar o que se aprende na escola com o que se vê no seu dia a dia. Assim sendo, a realização de pesquisas sobre o ensino e aprendizagem de Física a partir de abordagens que visam contextualizar a física com o cotidiano dos alunos ganha proeminência.

As competências gerais estabelecidas como alvos para a educação básica pela BNCC implicitamente apontam para os benefícios das metodologias ativas, principalmente a competência de número dois: “exercitar a curiosidade intelectual e utilizar as ciências com criticidade e criatividade” [BRASIL, 2018].

A produção acadêmica relacionada ao ensino de Física é encontrada em um número bastante relevante, como já citado anteriormente. Quando uma busca é feita em bancos de dados, é possível perceber facilmente que as pesquisas são direcionadas à análise de uma única estratégia pedagógica aplicada no ensino de determinado conteúdo. Uma busca, realizada em inglês, por artigos na “*Web of Science*”, com as palavras: “*experimentation*” e “*physics*” são encontrados pouco mais de 900 trabalhos considerando-se apenas os últimos 5 anos. Buscando pelas palavras: “*gamification*” e “*physics*” e considerando o mesmo período, encontra-se pouco mais de 100 trabalhos. Mas quando são pesquisadas as palavras: “*gamification*”, “*experimentation*” e “*physics*”, não é encontrado nenhum resultado. Em um mundo onde se busca o híbrido, a interdisciplinaridade, a pluralidade, sobretudo dentro da escola, o uso de diferentes estratégias na abordagem de um conteúdo também deve ser uma ferramenta considerada para auxiliar a superação das dificuldades apresentadas.

Procurou-se neste projeto estimular a aprendizagem da física através da exposição de situações problema reais, com a utilização de experimentos e jogos, visando a aplicação da física na resolução de problemas do cotidiano dos estudantes.

Diante da atualidade e relevância do tema “energia limpa”, aguçada na situação de crise hídrica em que o Brasil recorrentemente se encontra, procurou-se despertar o interesse dos estudantes pelo presente projeto com a proposição de experimentações com fontes alternativas, limpas e renováveis de energia, dentro do conteúdo “transformações de energia mecânica”, constante do currículo do primeiro ano do ensino médio na disciplina de Física.

Neste contexto, o presente artigo busca mostrar que o uso de jogo e experimento, somados a outras estratégias na abordagem de um conteúdo de física podem motivar os alunos, melhorando o engajamento e a participação efetiva dos estudantes na aprendizagem.

2. Metodologia

O projeto foi aplicado a 16 alunos de uma turma do primeiro ano do ensino médio, em uma escola privada de uma cidade do interior de São Paulo, nas aulas da disciplina de Física. A aplicação ocorreu ao longo do mês de setembro de 2021, momento de crise sanitária decorrente da pandemia por COVID-19, fato que fez com que a turma estivesse em sistema híbrido de atendimento. A maior parte dos estudantes estava frequentando as aulas presenciais, enquanto uma pequena parte, apenas três alunos, estavam participando das aulas de forma remota. As aulas foram ministradas no prédio da escola, estando presentes o professor e os alunos cujas famílias optaram por sua frequência presencial.

As aulas foram transmitidas e gravadas na plataforma *Google Meet* a fim de garantir o acesso às mesmas pelos alunos na modalidade remota.

A execução do projeto ocorreu em 7 etapas, durante quatro semanas, conforme mostra o Quadro 1. As atividades do projeto foram propostas com o objetivo de relacionar os conteúdos abordados nas aulas de Física com situações do cotidiano dos estudantes.

Quadro 1. Descrição das etapas do projeto.

ETAPA	DESCRIÇÃO
1	Apresentação do filme: “O menino que descobriu o vento” no anfiteatro da escola
2	Aplicação do pré teste por meio do <i>Google Forms</i>
3	Aula com experimento demonstrativo sobre a geração de energia elétrica a partir da energia mecânica.
4	Aula com aplicação de jogo sobre transformação da energia mecânica
5	Aula invertida com vídeo gravado disponibilizado online e resolução de exercícios em sala.
6	Roda de conversa realizada de forma remota.
7	Aplicação do pós teste por meio do <i>Google Forms</i>

As etapas 2 e 7 serão descritas a seguir.

2.1. Estratégias Pedagógicas

Visando potencializar o aprendizado para todos os estudantes envolvidos, foram utilizadas diversas estratégias ativas envolvendo a experimentação, o uso de jogo, a aprendizagem dialógica e o uso da sala de aula invertida.

O primeiro passo foi trabalhar a sensibilização dos alunos por meio de exibição de um filme baseado em história real, seguido de conversas sobre poluição, mudanças climáticas e a importância da geração de energia limpa, acessível e renovável.

O filme exibido foi: "O menino que descobriu o vento", que conta a história real de um menino africano que, por meio da aplicação de conceitos de transformação de energia aprendidos em livros de Física, constrói um moinho de vento para gerar energia elétrica para bombear água de um poço, criando um sistema de irrigação para a sua aldeia, mudando assim a realidade de sua comunidade.

Na sequência, foi conduzida a aplicação do pré teste sobre o tema para a verificação de conhecimentos prévios.

O teste continha 10 questões, sendo 6 dissertativas e 4 de múltipla escolha, distribuídas da seguinte forma:

- 1 pergunta de múltipla escolha sobre o filme;
- 3 perguntas, 1 de múltipla escolha e 2 dissertativas, sobre a produção de energia elétrica;

- 4 perguntas, 1 de múltipla escolha e 3 dissertativas, sobre a relação da Física com o cotidiano;
- 2 perguntas, 1 de múltipla escolha e 1 dissertativa, sobre o conceito físico de energia mecânica.

O teste foi elaborado no formulário *Google Forms* e aplicado também de forma que os alunos respondessem fora do horário de aula.

Na etapa seguinte, os alunos puderam verificar por meio de um experimento, como é possível gerar energia elétrica a partir de fontes mecânicas (água, vento e manivela). O experimento foi criado especificamente para o projeto. O artefato para a montagem do experimento foi criado com a utilização de sucatas como: pedaços de madeira, motor velho de ventilador portátil e leds retirados de outros dispositivos.

O experimento apresentou diferentes maneiras de se obter energia elétrica a partir da energia mecânica. i) Era possível para os alunos acender lâmpadas do tipo *LED* girando uma manivela que estava ligada por uma correia a um motor de um pequeno ventilador, que fazia o papel de dínamo. ii) O mesmo dínamo poderia ser acionado por uma turbina que seria movida pela vazão da água de uma mangueira, acendendo da mesma forma os *LED*. iii) Por fim, o dínamo poderia ser acionado por uma hélice que se movimentava pelo vento gerado por um ventilador para simular uma condição mínima necessária para gerar energia elétrica.

A seguir, um jogo, “*energame*” foi idealizado e utilizado para a consolidação do conceito de energia mecânica. Foi construído um aparato simples, que demonstra a transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética, com o uso de uma canaleta, uma pequena esfera e alguns blocos de madeira com diferentes alturas, que quando empilhados obtinham-se variadas alturas de rampas. A canaleta formava uma rampa quando apoiada sobre os blocos de madeira. A esfera era solta do alto da rampa. A finalidade do jogo era permitir que os alunos, ao trabalharem de forma intuitiva, percebessem a relação entre a altura da rampa e a velocidade final da bolinha.

Primeiramente, houve a formação de grupos. Cada grupo iniciou o jogo com um bloco, uma canaleta e uma bolinha. A princípio, a canaleta e o bloco foram iguais para todos os grupos, porém a bolinha podia ser escolhida pelos próprios alunos entre variados tamanhos, massas e materiais diferentes.

O jogo foi baseado nas afirmativas sobre o tema do projeto, em que os grupos deveriam julgar como verdadeiras ou falsas. Seguem alguns exemplos de afirmativas lançadas para os alunos:

- O setor que mais consome energia elétrica é o industrial.
- Os combustíveis fósseis são a maior fonte de energia elétrica no Brasil.
- Quanto maior a altura que um corpo se encontra em relação à um referencial, maior sua energia potencial elástica.
- Energia cinética e energia mecânica são sinônimos.

As regras do jogo estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2. As regras do jogo *Energame*.

1. Todos iniciam com um bloco (menor), uma canaleta e uma bolinha.
2. Será apresentada uma afirmação. Todos devem indicar se a afirmativa é verdadeira ou falsa, por meio de uma placa, sendo mostrada a resposta de um grupo por vez.
3. Todos os grupos que responderem corretamente giram uma roleta virtual, seguindo a ordem em que as placas foram mostradas.
4. Os grupos deixam a bolinha descer pela canaleta e aquele grupo cuja bolinha alcançar primeiro uma marcação ganha um ponto. Se empatar, ambos ganham um ponto.
5. Inicia-se uma nova rodada, mantendo as mudanças. Cada rodada será iniciada por um grupo diferente.
6. Após um número de rodadas igual ao dobro do número de participantes, reinicia-se o jogo, mantendo-se a pontuação obtida.
7. O grupo que tiver mais pontos no final vence.

O grupo que acerta a resposta, ganha o direito de girar uma roleta virtual que apresenta algumas possibilidades, das quais poderia escolher uma:

- Ganhar um bloquinho para aumentar a altura da rampa.
- Trocar de bloquinho com algum grupo.
- Tirar o bloquinho de algum grupo.
- Trocar a bolinha.

Após um número de rodadas estipuladas previamente pelo professor, o grupo com mais pontos vence o jogo.

Após os alunos terem interagido com a energia mecânica no jogo a teoria foi apresentada aos alunos por meio de uma aula invertida. O professor gravou uma aula que foi disponibilizada para os alunos assistirem de forma assíncrona na plataforma *Google Classroom*, antes do encontro presencial. A aula gravada, versava sobre o conteúdo de energia mecânica, sendo abordados conceitos de energia cinética, energias potenciais (gravitacional e elástica), conservação de energia mecânica e sistemas dissipativos. O momento presencial foi utilizado para a realização de exercícios e esclarecimento de possíveis dúvidas.

Em seguida, realizou-se uma roda de conversa para avaliar se os alunos haviam apreendido o conteúdo relacionado à transformação da energia mecânica, geração de energia limpa e, principalmente, se haviam conseguido identificar a utilização dos conceitos da física em seu cotidiano.

No final, aplicou-se um pós teste utilizando o *Google Forms*. O teste apresentava 9 questões, sendo 7 dissertativas e 2 de múltipla escolha, distribuídas da seguinte forma:

- 1 pergunta de múltipla escolha sobre o filme;
- 2 perguntas, 1 de múltipla escolha e 1 dissertativa, sobre a produção de energia elétrica;

- 2 perguntas dissertativas sobre a relação da Física com o cotidiano;
- 2 perguntas dissertativas sobre o conceito de energia mecânica.
- 2 perguntas dissertativas sobre o projeto.

3. Resultados e discussão

3.1. O filme

O filme “O menino que descobriu o vento” foi escolhido, pois seu protagonista tem a idade dos alunos e resolve um grande problema de seu cotidiano valendo-se dos conceitos que aprendeu em livros de física. Desta maneira, objetivou-se levar os alunos a perceber que também poderiam utilizar a física para resolver problemas de seu cotidiano.

O filme possibilitou que acontecessem discussões que estão normalmente distantes daquelas comuns às aulas de física. Podemos citar como exemplo, as discussões sobre as condições de miséria no ambiente social retratado pelo filme e sobre o difícil acesso à escola. A fala de um aluno chamou a atenção e gerou um momento de reflexão em sala, quando comparou a sua vontade de não ir à escola com a do personagem principal do filme, que fez tudo que podia para participar da escola e ter uma educação formal.

A apresentação de um filme é uma estratégia capaz de aumentar o interesse e a mobilização, possibilitando um posterior aprofundamento de forma mais atraente para a classe. Além deste aspecto, segundo Balbinot e Miquelin (2017) esta estratégia auxilia na abstração, generalização e habilidades que são importantes para a compreensão de conceitos de física, auxiliando também na organização do conteúdo nas estruturas cognitivas dos alunos.

A motivação e a sensibilização despertadas pelo filme ficaram evidentes ao longo de sua apresentação, bem como durante todas as outras etapas do projeto, sendo perceptíveis os recorrentes comentários dos alunos sobre o mesmo, o que se justifica pelo forte apelo emocional e motivacional promovido pelas mídias [ROSA, 2000].

3.2. Questionário inicial

No questionário pré teste, foi possível perceber que os alunos já compreendiam a importância das hidrelétricas para a produção de energia em nosso país, mas não eram capazes de descrever como ocorriam as transformações de energia em uma usina.

Quando perguntados de maneira aberta numa questão dissertativa sobre o que entendiam como energia, parte significativa das respostas não apresentavam conceitos físicos corretos, sendo a maioria relacionada apenas às atividades cotidianas como: “Energia é algo que faz alguma coisa funcionar”. Apenas 30% das respostas apresentavam conceitos científicos adequados.

Da mesma forma, quando foi solicitado para descrever como uma usina hidrelétrica produz energia, mesmo com a maior parte dos alunos dando respostas simples, como: “A água da represa passa por turbinas fazendo elas girarem, gerando a energia.”, nenhuma resposta trouxe o conceito de energia mecânica, abordado neste trabalho.

3.3. O experimento

A partir de um mesmo experimento foi possível demonstrar três formas diferentes de se obter energia elétrica através de energia mecânica. O tipo de experimentação foi

definido por Taha, Lopes e Soares (2016) como experimentação ilustrativa, pois foi utilizada para demonstrar e reforçar conceitos já conhecidos previamente.

As Figuras 1 a 4, ilustram o experimento aplicado durante a aula. O experimento envolveu toda a sala, principalmente os alunos que acompanhavam presencialmente, os quais se mostraram bastante animados em poder tentar acender os *LED* girando a manivela, numa demonstração da energia mecânica sendo transformada em energia elétrica. A atividade reforçou a relação entre o professor e aluno, permitindo uma interação mais rica e portanto, segundo Monteiro et. al. (2013), mais significativa para a aprendizagem. Esta interação é o que Prado e Wesendonk (2019), define como sendo fundamental para que os alunos possam refletir e discutir criticamente os conceitos científicos que envolvem os fenômenos físicos, tornando assim os experimentos demonstrativos pedagogicamente válidos.



Figura 1. Foto ilustrativa do experimento de transformação de energia eólica em elétrica.



Figura 2. Foto ilustrativa do experimento de geração de energia elétrica pelo fluxo da água.

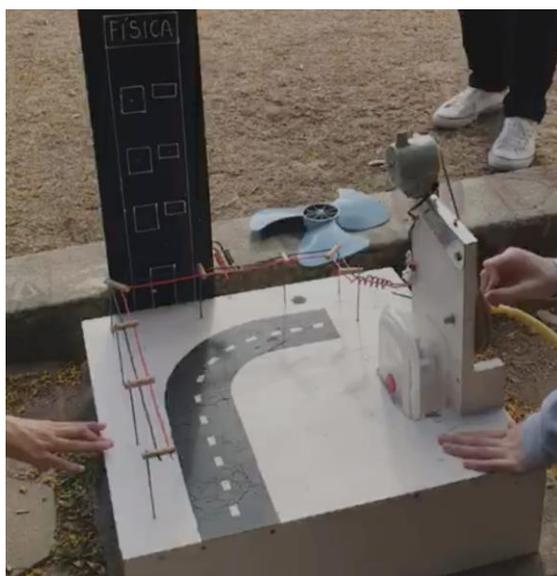


Figura 3. Foto ilustrativa do experimento de geração de energia elétrica pelo movimento de uma manivela.



Figura 4. Foto ilustrativa da montagem dos LEDs que acendem com a geração de energia elétrica no experimento.

Para Cavalcanti, Ribeiro e Barro (2018) a experimentação gera um ambiente em que a reflexão e a criatividade podem ser desenvolvidas. De acordo com Giordan (1999), os experimentos possibilitam vivenciar momentos de aprendizagem que não aparecem normalmente nas aulas, pois dão aos alunos a possibilidade de maior contato com os fenômenos conhecidos tradicionais. E segundo Séré, Coelho e Nunes (2003), as atividades experimentais são enriquecedoras, uma vez que fornecem um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens.

Ficou evidente ao longo desta aplicação, que além de motivar os alunos, o experimento tornou o ensino mais realista. Deixou o conteúdo visualmente lógico e palpável, aproximando os conceitos de transformação de energia da realidade do aluno não os restringindo apenas ao que é apresentado nos livros didáticos, objetivos que são destacados por Wesendonk e Terrazzan (2021) em seu trabalho.

3.4. O jogo

Durante o jogo, não foi proposto pelo professor discussões a respeito das transformações de energia envolvidas no mesmo, de modo que os alunos trabalhassem apenas de forma intuitiva, ou com conhecimentos prévios que tivessem a respeito do tema. Foi possível perceber que os próprios alunos, na hora de tomada de decisões, tentavam se basear em conceitos físicos, como o de atrito e de energia.

Na formação dos grupos, os alunos foram distribuídos de maneira que cada grupo presente tivesse um aluno participando remotamente. Estes participaram efetivamente, pois era possível perceber que os grupos presentes enviavam mensagens e aguardavam as respostas daqueles que estavam em casa para executar as ações.

O jogo, segundo Neves (2020), faz com que o aluno se posicione como um sujeito ativo e participativo no processo de aprendizagem, assumindo estratégias e reconhecendo acertos e erros, alterando suas estratégias até alcançar os objetivos. Dessa forma, o jogo educativo deve proporcionar um ambiente crítico e reflexivo, permitindo aos estudantes interações que possibilitem a construção do conhecimento, pressupostos aos quais o jogo proposto se mostrou eficiente em atender.

O uso de jogos, segundo Chan et. al. (2018), se popularizou no meio dos educadores, em todo o mundo como um meio de aumentar a motivação dos alunos. Este fato ficou evidente durante o jogo aplicado nesta pesquisa. Para Buckley e Doyle (2014), a motivação intrínseca, que é estimulado por meio dos jogos, envolve o desejo de realizar uma atividade por prazer, auxiliando assim o processo de aprendizagem.

Para Lima (2008), professores que usam jogos podem perceber as repercussões significativas no comportamento de seus alunos, no que diz respeito à motivação, cooperação, respeito mútuo, autonomia, confiança em si mesmos, curiosidade e disposição para aprender. Estas repercussões puderam ser observados ao longo do desenvolvimento do jogo e se mantiveram nas etapas seguintes do processo.

3.5. Aula invertida

Assim como Confortin, Ignácio e Costa (2018) relata em seu trabalho, em que os alunos expostos à aula invertida chegaram com os cadernos repletos de apontamentos e dúvidas, participando ativamente da aula presencial, percebeu-se que todos os alunos participantes deste projeto assistiram à aula assíncrona e se apresentaram para o encontro síncrono com dúvidas e apontamentos expressos por meio de perguntas que foram feitas ao longo das resoluções dos exercícios. Os exercícios abordados na aula presencial foram retirados do material apostilado da escola.

A maiores dificuldades apresentadas pelos alunos nas resoluções, estavam relacionados à parte matemática, operações básicas, e desenvolvimentos algébricos e interpretação dos problemas, tendo poucos questionamentos relacionados aos conceitos físicos. Essas dificuldades externadas foram todas trabalhadas e sanadas, pois uma vez que os alunos estavam realizando os exercícios em grupo, os próprios integrantes dos grupos se ajudavam e cabia ao professor resolver os problemas que restaram.

Segundo Bergmann (2018), a aprendizagem invertida é uma ideia muito simples, onde os alunos interagem com um material introdutório em casa e usam o tempo de sala de aula para realizar as tarefas mais elaboradas. Desta forma, os processos cognitivos mais complexos acontecem no momento que o aluno pode contar com o auxílio do

professor. Nesta estratégia, Pereira e Silva (2018), afirma que cabe ao professor trabalhar como um mediador no processo de aprendizagem, uma vez que a aula disponibilizada de forma assíncrona possibilita que no tempo disponível em sala de aula os alunos trabalhem de forma autônoma e segundo o seu próprio ritmo. Assim, segundo Confortin, Ignácio e Costa (2018), a sala de aula invertida é uma ferramenta pedagógica que propõe um modelo de aula mais dinâmico e participativo.

3.6. Roda de conversa

Foi realizada uma roda de conversa com os alunos, com o professor da turma e os demais integrantes do grupo responsável por este projeto participando de forma remota. Foi possível conhecer as opiniões dos alunos sobre a experiência de vivenciar as práticas propostas pelo presente projeto. Neste momento, os alunos puderam expor abertamente suas opiniões a respeito deste projeto. A fala de uma aluna em conversa com uma colega vale ser destacada. A aluna disse que, se por acaso voltasse no tempo em um momento em que não existiam “essas coisas” (tecnologias atuais), não saberia explicar para as pessoas do passado como “essas coisas” funcionam e não teria capacidade de acrescentar nada na vida delas. Essa fala reforça a importância de se aproximar a física dos problemas cotidianos dos alunos, a fim de que possam observá-la e vivenciá-la de forma prática. Como destacado por Moura e Lima (2014), a roda de conversa promove uma ressonância coletiva com a construção e reconstrução de conceitos por meio do diálogo e da escuta com os pares e consigo mesmo, características facilmente observadas pelos pesquisadores ao longo da execução desta etapa.

3.7. Questionário final

O questionário final, o pós teste, trouxe algumas questões já apresentadas no questionário pré teste e outras questões diferentes sobre o desenvolvimento das atividades propostas no projeto.

Dentre as questões retomadas, havia aquela que perguntava o que eles entendiam como energia. Desta vez, 8 dos 10 alunos que responderam ao questionário relacionaram energia com a realização de trabalho, um conceito que foi apresentado ao longo do projeto.

À pergunta sobre como ocorre a produção de energia elétrica, desta vez apresentou respostas que traziam explicações que envolviam a ideia de transformação de energia mecânica, fato que não ocorreu no primeiro questionário, o que demonstra que houve uma apropriação de vocabulários e conceitos científicos ao longo do projeto.

Já no espaço do questionário destinado a críticas e sugestões sobre o projeto, todos os comentários foram positivos ou neutros. Destaca-se para um comentário feito por um aluno, em que afirma que a participação *do convidado, um dos integrantes do projeto*, na roda de conversa havia sido maravilhosa, e que o professor parecia muito feliz com as inovações que estava produzindo, que talvez o próprio (aluno) não tivesse se tornado um “Einstein da física”, mas que havia vivenciado momentos “legais” dentro da sala de aula e que havia conseguido manter sua atenção mais “concentrada no conteúdo”. A fala deste aluno, quando descreve que houveram momentos “legais” e que sua concentração havia melhorado, mostra que os objetivos do projeto, no que diz respeito a motivação e engajamento foram atingidos, deixando clara a efetiva participação deste aluno nas etapas.

4. Considerações Finais

Por meio do projeto, foi possível propiciar a aprendizagem da Física de uma forma criativa, partindo de um problema real, utilizando a experimentação, o jogo e a aula invertida. Os alunos puderam perceber que existe relação entre a Física e seus problemas cotidianos e como ela pode ser aplicada para a resolução de problemas do cotidiano.

Os alunos compreenderam também a importância da produção de energia limpa, renovável e acessível. Foram capazes de identificar as transformações de energia envolvidas nas diversas situações de seu cotidiano, compreendendo os conceitos da energia mecânica e conservação da energia como descrito na BNCC. O jogo aplicado aumentou a ludicidade da aula gerando mais engajamento fazendo os alunos interagirem com o conteúdo de forma mais ativa. Consideramos, assim, que o uso da experimentação e do jogo na sala de aula contribuíram para a construção de conhecimento.

Foi perceptível aos olhos do professor que o desenvolvimento das etapas da maneira proposta neste projeto, favoreceu a aprendizagem, de forma que o filme mostrou o quanto a Física está presente em nosso cotidiano, e a sua importância na solução de problemas reais. O experimento na sequência contextualizou o tema da aula, energias mecânicas, com um problema real e atual, que era a crise hídrica, as falas dos alunos ao longo de todas as etapas deixou claro que a contextualização gerou engajamento desde o começo das etapas. O jogo aproximou as discussões do conteúdo de transformação de energias mecânicas auxiliando os conceitos apresentados na aula invertida, que por sua vez formalizou os conceitos físicos apresentados. Acredita-se que essa forma de trabalhar, contextualizando, aproximando o conteúdo do cotidiano do aluno para depois apresentar a formalização do conceito, foi um ponto que merece destaque neste projeto.

Durante o processo de desenvolvimento do projeto e na roda de conversa, os alunos demonstraram bastante entusiasmo, dizendo que além de aprenderem, se divertiram e que o tempo passou mais rápido. Sugeriram que as estratégias fossem utilizadas em todas as disciplinas e que gostaram de aprender fora da sala de aula. Ainda na roda de conversa, os alunos fizeram comentários bastante relevantes, demonstrando um grande interesse ao relacionar os temas estudados com a crise hídrica que estamos vivenciando no Brasil. Ficou evidente que os alunos entenderam os objetivos das atividades e puderam relacionar os temas abordados com problemas de seu cotidiano.

A avaliação do engajamento e motivação dos alunos que acompanharam de forma remota ficou prejudicada, seja pela situação atípica da turma, e também pelo fato de que a atenção do professor ficasse dividida, mas predominantemente direcionada para os alunos que acompanharam as etapas presencialmente.

O projeto mostrou-se eficiente também no que diz respeito à aquisição de vocabulário científico pelos alunos, possivelmente pela maior abertura a diálogos ao longo de todas as aulas, possibilitando assim maior percepção do professor sobre os pensamentos dos alunos, e maior possibilidade de correções, seja no uso das palavras para explicar os fenômenos físicos ou na própria compreensão dos mesmos.

Referências

BALBINOT, E. M.; MIQUELIN, C. A. Cinema e Educação: A relação entre o uso de filmes comerciais como recursos pedagógicos e a aprendizagem, pelas percepções dos estudantes. *Travessias*, v. 11, n. 2, p. 274-286, 2017.

- BERGMANN, Jonathan. Aprendizagem invertida para resolver o problema do dever de casa. Penso, 2018.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: | As Nações Unidas no Brasil. 2012. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 10 de outubro de. 2021.
- BUCKLEY, Patrick; DOYLE, Elaine. Gamification and student motivation. *Interactive Learning Environments*, v. 24, n. 6, p. 1162-1175, 2014.
- CARDOSO, R. K. O. A.; SILINGARDI, H. M. T.; CARDOSO, A. A. Gases ácidos na atmosfera: fontes, transporte, deposição e suas consequências para o ambiente. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 4, p. 382-385, 2020.
- CAVALCANTI, M. H. S.; RIBEIRO, M. M.; BARRO, M. R. Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 24, n. 4, p. 859-874, 2018.
- CHAN, E.; NAH, F. F.; LIU, Q.; LU, Z.. Effect of Gamification on Intrinsic Motivation. *Business, HCIBGO*, p. 445-454, 2018.
- CONFORTIN, C. K. C.; IGNÁCIO, P. D. P.; COSTA, P. D. R. M. Uma aplicação da sala de aula invertida no ensino de física para a Educação Básica. *Revista Educar Mais*, v. 2, n. 1, p. 1-14, 2018.
- GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Pesquisa no Ensino de Física, S.L.*, v. 10, n. 1, p. 43-49, nov. 1999.
- LIMA, J. M.. O jogo como recurso pedagógico no contexto educacional. São Paulo: *Cultura Acadêmica*, p.159, 2008.
- LINGMIN, C. A. Configuration optimization framework for renewable energy systems integrating with electric-heating energy storage in an isolated tourist area. *Energy, Science and Engineering*, v. 9, p. 865-883, 2021.
- LOURENÇO JUNIOR, O. D.; RAMONI, M. C.; MENEZES, L. C. W.; BAGNIS, Diego; ROMAN, L. S.. Clean and Renewable Energy, Healthy Organic Electronics. *Revista Virtual de Química*, v. 12, n. 3, p. 583-597, 2020.
- MONTEIRO, M. A. A.; MONTEIRO, I. C. C.; GERMANO, J. S. E.; SIEVERS JUNIOR, Fretz. Protótipo de uma atividade experimental para o estudo da cinemática realizada remotamente. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 30, n. 1, p. 191-208, 2013.
- MOURA, A. F.; LIMA, M. G. A. Reinvenção da Roda: Roda de conversa, um instrumento metodológico possível. *Revista Temas em Educação*, v. 23, n. 1, p. 95-103, 2014.
- NEVES, J. C. A.. O uso de jogos no Ensino de Física: Uma Metodologia para o Ensino de Gravitação. 2020. 156 f. Dissertação (Mestrado). Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2020.
- PEREIRA, Z. T. G.; SILVA, D. Q. da. Metodologia Ativa: Sala de Aula Invertida e suas Práticas na Educação Básica. *REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, v. 16, n. 4, p. 63-78, 2018.

- PRADO, L.; WESENDONK, F. S. Os objetivos de utilização da experimentação presentes em produções acadêmico-científicas publicadas nos anais de um evento da área de ensino de ciências. *ACTIO*, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 148-168, 2019.
- PRENSKY, Marc. *Digital Natives, Digital Immigrants*. Marc Prensky, 2001. Disponível em <http://marcprenskyarchive.com/writings/> Acesso em 20 out. 2021.
- ROHRER, C. V.; OLIVEIRA, C. A. A. A utilização dos recursos audiovisuais em sala de aula. *Revista da Universidade Ibirapuera*, ago 2017.
- ROSA, P. R. da S. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 17, n. 1, p. 33-49, 2000.
- SÉRÉ, M.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D.. O papel da experimentação no ensino da física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003.
- SOUZA, K. R.; KERBAUY, M. T. M. Abordagem quanti-qualitativa: superação da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. *Educação e Filosofia*, Uberlândia. v. 31, n. 61, p. 21-44, 2017.
- TAHA, M. S.; LOPES, C. S. .; SOARES, E. L.; FOLMER, V.. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. *Experiências em Ensino de Ciência*, v. 11, n. 1, p. 138-154, 2016.
- WESENDONK, F. S.; TERRAZZAN, E. A.. Aspectos característicos da utilização de experimentações por professores de física do ensino médio, de um município paulista. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias*, v. 16, n. 1, p. 96-114, 2021.
- YUN, Eunjeong. Review of trends in physics education research using topic modeling. *Journal of Baltic Science Education*, v. 19, n. 3, p. 388-400, 2020.